T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

HAREKET DÖNÜŞTÜRME ELEMANLARI
521MMI178

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iv
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. KAM RESMİ ÇİZMEK 3
1.1. Kamın Tanımı ve Kullanıldığı Yerler 3
1.1.1. Kamın Tanımı 3
1.1.2. Kamların Çalışma Şekli 4
1.1.3. Kamın Kullanıldığı Yerler 4
1.1.4. İtici Uç Şekilleri 4
1.1.5. Kamların Üstünlükleri ve Mahsurlu Yanları 5
1.2. Kamların Sınıflandırılması 5
1.2.1. Çevresiyle Çalışan Kamlar 5
1.3. Kam Gereçleri 8
1.4. Kamın Üretim Biçimleri 9
1.4.1. Kamların Elle İmalatı 9
1.4.2. Kamların Üniversal Freze Tezgâhında İmalatı 9
1.4.3. Kamların Özel Kam Tezgâhlarında İmalatı 10
1.4.4. Kamların CNC Tezgâhlarda İmalatı 10
1.5. Kam Elemanların Hesaplanması 10
1.5.1. Kam Elemanları ve Tanımları 11
1.6. Kam Diyagramları 11
1.6.1. Düzgün Hareket Sağlayan Kam Diyagramının Çizilmesi 12
1.6.2. Düzgün Değişen Hareket Sağlayan Kam Diyagramının Çizilmesi 13
1.6.3. Harmonik Hareket Sağlayan Kam Diyagramının Çizilmesi 15
1.7. Kam Resimleri 16
UYGULAMA FAALİYETİ 18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 21
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 23
2. KASNAK RESMİ ÇİZMEK 23
2.1. Kasnağın Tanımı ve Kullanıldığı Yerler 23
2.1.1. Kasnağın Tanımı 23
2.1.2. Kasnağın Kısımları 24
2.1.3. Kasnağın Kullanıldığı Yerler 24
2.1.4. Kayış Kasnak Sistemlerinin Üstünlükleri ve Mahsurları 25
2.2. Kasnağın Sınıflandırılması 25
2.2.1. Düz Kayış Kasnakları 25
2.2.2. V Kayış Kasnakları 26
2.2.3. Poly V Kasnakları 26
2.2.4. Halat Kayış Kasnakları 27
2.2.5. Gergi Kasnakları 27
2.2.6. Kademeli Kasnaklar 28
2.2.7. Yuvarlak Kasnaklar 28
2.2.8. Avara Kasnaklar 29
2.2.9. Kılavuz Kasnaklar 29
2.2.10. Otomatik ve Ayarlanabilir Kasnaklar 29
2.2.11. Senkronize Kasnaklar 29

2.3. Kasnak Gereçleri 30
2.4. Kasnağın Üretim Biçimleri 30
2.5. Kasnağın Millere Bağlanması 31
2.6. Kasnak ile İlgili TS Çizelgeleri 31
2.7. Kasnağın Standart Gösterilmesi 32
2.7.1. Senkronize Kayış ve Kasnağının Standart Gösterilmesi 33
2.8. Kasnak Hesapları 33
2.9. Kasnak Yapım Resimlerinin Çizilmesi 34
2.10. Kayışın Tanımı ve Kullanıldığı Yerler 38
2.11. Kayışın Sınıflandırılması 38
2.11.1. Düz (Yassı) Kayışlar 38
2.11.2. V Kayışlar 39
2.11.3. Yuvarlak Kayışlar 39
2.11.4. Senkronize Kayışlar 39
2.12. Kayış Gereçleri 40
2.12.1. Kösele Düz Kayışlar 40
2.12.2. Tekstil Düz Kayışlar 40
2.12.3. Sentetik Düz Kayışlar 40
2.12.4. Çok Katlı Düz Kayışlar 40
2.12.5. V Kayışlar 40
UYGULAMA FAALİYETİ 42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 45
MODÜL DEĞERLENDİRME 47
CEVAP ANAHTARLARI 49
KAYNAKÇA 50

AÇIKLAMALAR

KOD	**521MMI178**
ALAN	**Makine Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Bilgisayar Destekli Makine Ressamlığı**
MODÜLÜN ADI	**Hareket Dönüştürme Elemanları**
MODÜLÜN TANIMI	Kam ve kasnak hesaplarını yapma, ilgili TS ve ISO standartlarından yararlanarak kam ve kasnak resimlerini çizme yeterliği kazandıran öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	10. sınıf ortak alan derslerini almış olmak
YETERLİK	Kam ve kasnak resmi çizmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam sağlandığında bu modül ile kam ve kasnak hesapları yapabilecek, ilgili TS-ISO standartlarından bilgi alabilecek ve elde edilen verilere göre yapım resimlerini çizebileceksiniz. **Amaçlar** **1.**Kam hesapları yapabilecek ve yapım resimlerini çizebileceksiniz. **2.**TS-ISO standart çizelgelerinden kasnakla ilgili bilgileri alabilecek ve yapım resimlerini çizebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Teknik resim çizim atölyesi **Donanım:** Resim masası, çizim araç gereçleri, tepegöz, data-show, bilgisayar destekli çizim ortamı, örnek kasnak ve sistemleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Teknik resim çizme ve okuma becerisi kazanmak, bir meslek adamı için olmazsa olmaz bir zorunluluktur. Global olarak olduğu kadar ekonomik ve ticari olarak da küçülen dünyamızda şirketler artık kendi dar çevrelerinde değil, daha geniş bir pazar alanında faaliyet göstermek zorundadır. Bu büyük pazarda sanayi ve ticari faaliyetlerine devam eden şirketler birbirleriyle olan ilişkilerin teknik boyutunda, uluslararası bir dil olan teknik resmi etkili bir şekilde kullanmak zorundadır.

Klasik yöntemlerin kullanıldığı ve geçmişte kalan üretim tekniklerinde ürün önce üretilip sonra projeye dökülürken şimdilerde bir ürün önce tasarlanmakta ve daha sonra sıfır hata ve sıfır fire mantığıyla üretilmektedir. Bir ürünün piyasadaki çevrim süresi de gittikçe azalmaktadır. Piyasada kalıcı olabilmek için bir şirketin teknik olarak yeterli olması ve gelişmeleri sürekli takip etmesi gerekmektedir. Bundan dolayı şirketler eğitimli ve deneyimli eleman arayışı içine girmişlerdir. Şirketlerin eğitimli eleman arayışlarında en önemli payı bilgisayar ortamında tasarım yapabilen ve teknik resim çizip okuyabilen elemanlar oluşturmaktadır.

Bilgisayar ortamında tasarlanan ürünlerin maliyetleri, işçilik giderleri, stok kontrolleri, analizleri de bilgisayar programları vasıtasıyla yapılmaktadır. Bu bakımdan ürün tasarımının ilk aşaması olan teknik resmin çizilip okunması, bir teknik eleman için mutlaka kazanılması gereken bir beceridir.

Bu modülde kam ve kasnaklara ait yapım resimlerinin çizilmesini öğreneceksiniz. Bilgisayar ortamında çalışacaksınız. Konuyla ilgili standartlardan yararlanacaksınız. Özellikle kam çizimlerinde bilgisayar ortamında çalışmanın tasarım aşamasında birçok pratik yanını keşfedeceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Kam hesapları yapabilecek ve yapım resimlerini çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yakınınızda bulunan bir motor yenileme atölyesine giderek motor supaplarının açılıp kapanma hareketini sağlayan eksantrik (kam) milini inceleyiniz. Yenileştirme işlemi bitmiş ve montajı tamamlanmış bir motor bloku üzerinde bulunan eksantrik (kam) milinin supaplara nasıl hareket verdiğini incelemek amacıyla iş yeri çalışanlarından yardım isteyiniz.
- İnternet ortamında kamlarla ilgili bilgi toplamak maksadıyla arama motorlarında kamlarla ilgili bazı anahtar kelimeleri yazarak arama yaptırınız. Karşınıza çıkacak arama sonuçlarına göre bulacağınız sitelerden kamlarla ilgili bilgi resim ve animasyonları kaydederek arkadaşlarınızla sınıf ortamında paylaşınız.

1. KAM RESMİ ÇİZMEK

1.1. Kamın Tanımı ve Kullanıldığı Yerler

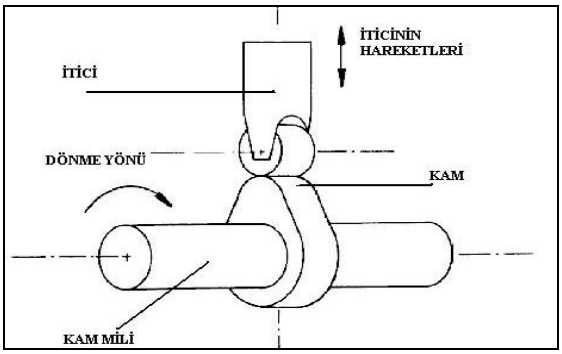
1.1.1. Kamın Tanımı

Dairesel hareket yaparak kam iticisinin alternatif hareket yapmasını sağlayan özel biçimli makine elemanlarına **kam** denir. Kam diğer makine elemanlarıyla elde edilemeyen düzgün olmayan veya özel hareketlerin elde edilmesinde kullanılır.

Kamın sürekli temas hâlinde bulunduğu ve alternatif hareket yaptırdığı elemana itici denir. İtici genelde alternatif hareket yapsa da bazı durumlarda alternatif dairesel hareket yaptığı da olur. Burada alternatif hareketten kasıt aşağı yukarı, sağa sola gibi gidip gelme hareketidir. Bilindiği gibi genelde makine elemanları dairesel hareket yaparak çalışırlar. Kamlarla makine elemanlarına değişik hızlarda ve boylarda alternatif hareket ettirmek mümkündür.

1.1.2. Kamların Çalışma Şekli

Aşağıda bir kam mekanizması görülmektedir (Şekil 1.1). Kam mekanizmaları genellikle kam, itici ve iticiyi üzerinde tutan gövdeden oluşur. Kam kendi ekseni etrafında dairesel hareket yaptığında simetrik olmayan çevre profili sayesinde iticiyi aşağı yukarı hareket ettirir. Burada iticinin yukarı çıktıktan sonra geri geliş hareketi sisteme eklenen bir yay ile sağlanabilir. İticisine her iki yönde hareket sağlayan kamlar çift etkili kamlardır.



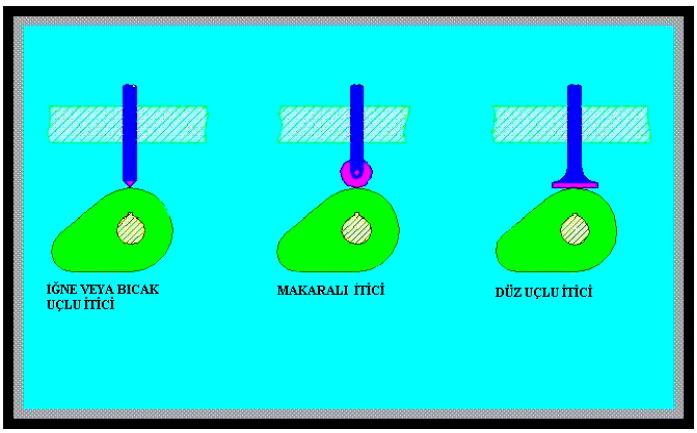
Şekil 1.1: Kamın çalışma şekli

1.1.3. Kamın Kullanıldığı Yerler

Kamlar makinelerdeki otomatik düzeneklerin çalıştırılmasında önemli rol oynar. Özellikle patlamalı ve yanmalı motorlarda gaz giriş ve çıkışını sağlayan supapların hareketinin sağlanmasında, saatlerde, kilitlerde, otomat torna tezgâhlarında kalem ve revolver başlığın hareketlerinin elde edilmesinde, dikiş makinelerinde, vida tezgâhlarında kalem hareketinin sağlanmasında ve diğer otomatik çalışan makinelerde kullanılır.

1.1.4. İtici Uç Şekilleri

Kam iticilerinin kam ile temas ettiği uçlarının şekilleri değişik şekillerde imal edilir. Bu değişik uç şekilleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: İtici uç şekilleri

1.1.5. Kamların Üstünlükleri ve Mahsurlu Yanları

Üstünlükleri	Mahzurları
➢ Kamlar birçok değişik hareketin elde edilmesi için kolayca tasarlanabilir. ➢ Mekanizmada az yer işgal eder. ➢ Konumlandırmada yüksek hassasiyetin ve uzun ömrün istendiği yerlerde kullanılabilir. ➢ Yüksek hızlarda kullanılabilir. ➢ Otomasyon sistemlerine elverişlidir.	➢ Kamların imalatı pahalı bir işlemdir. ➢ Kamlar sürekli aşınma etkisi altındadır. ➢ Kamın kullanıldığı makinenin hassasiyeti titreşimden dolayı bozulabilir.

1.2. Kamların Sınıflandırılması

Kamları çalışma şekilleri bakımından aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus teknolojinin hiçbir zaman aynı kalmadığı ve bu sebeple aşağıda yapacağımız sınıflandırmanın da zamanla değişebileceğidir.

Çevresiyle Çalışan Kamlar	Alın Kısmı İle Çalışan Kamlar
➢ Motor Kamları ➢ Disk Kamlar	➢ Alnı Şekilli Kamlar
➢ Çerçeveli Kamlar ➢ Kanallı Tambur Kamlar	➢ Kanallı Disk Kamlar

Şimdi kam çeşitlerini ve çalışma şekillerini sırayla inceleyelim.

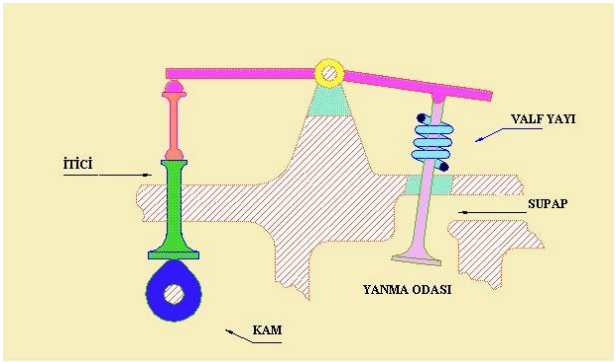
1.2.1. Çevresiyle Çalışan Kamlar

Bu kamlar iticiye çevreleriyle değerek hareket verdikleri için bu ismi almışlardır. Bunlar motor kamları, disk kamlar, çerçeveli kamlar ve kanallı tambur kamlardır.

➢ **Motor kamları**

Motor kamları, motorların supaplarını açıp kapamakta kullanılır (Şekil 1.3). Bu kam sahip olduğu özel profil sayesinde dönme hareketi yaparken iticisini hareket ettirerek supaba ileri geri hareketi yaptırır. Bu açılıp kapanma hareketi sayesinde motorun içine yakıt girer veya yanan yakıttan arta kalan gaz dışarı çıkar. Her bir supap için yapılan bu kamların bir milin üzerinde toplanmasıyla kam mili pratikte anıldığı şekliyle eksantrik mili ortaya çıkmıştır (Resim 1.1).

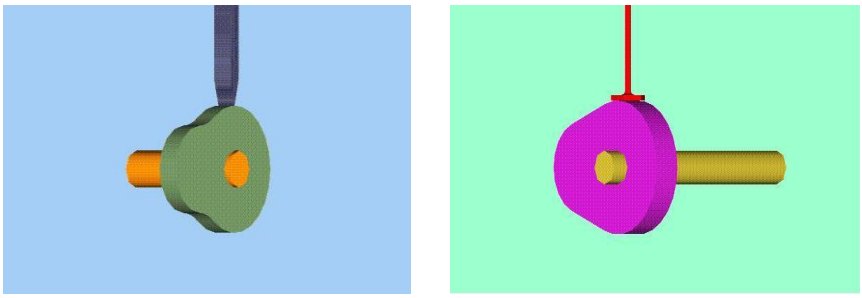
Resim 1.1: Motor kam mili



Şekil 1.3: Motor kamının çalışması

- **Disk kamlar**

Disk kamlar adından da anlaşılacağı üzere disk şeklindedir. Bu tür kamlar kendilerinden beklenen hareketi sağlamak için genellikle simetrik değildir. Bu yüzden biçimsiz görünüşleri vardır. Aşağıda çeşitli disk kam resimleri verilmiştir (Şekil 1.4).



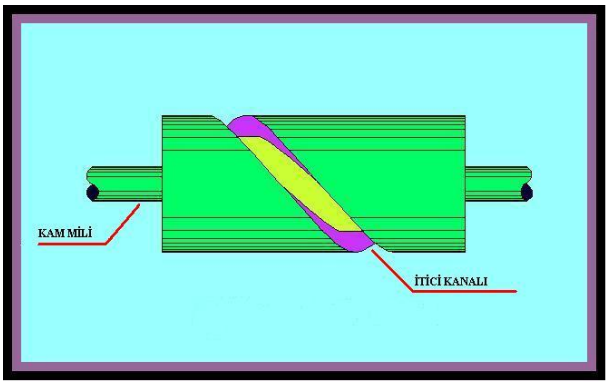
Şekil 1.4: Disk kamlar

- **Çerçeveli kamlar**

Çerçeveli kamların iticisi çerçeve şeklindedir. Kam dönme hareketi yaparken her iki taraftan yataklanmış olan itici sağa sola alternatif hareket yapar. Bu kam düzeneğinin kullanıldığı yere örnek olarak mekanik elekler gösterilebilir.

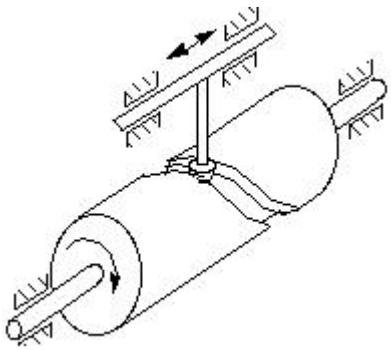
➢ **Kanallı tambur kamlar**

Bu kamlar bir tamburun üzerine çeşitli profilde sonsuz kanalların açılmasıyla elde edilir. Kam döndüğünde bu kanalların içerisinde bulunan her iki taraftan yataklanmış itici sağa sola alternatif hareket yapar. Sonsuz kanal teriminden kasıt tamburun bir ucundan başlayan kanalın tamburun çevresini dolaştığında yine aynı noktaya gelmesidir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5: Kanallı tambur kam

Yanda (Şekil 1.6) bir kanallı tambur kamın çalışma şekli görülmektedir. Her iki tarafından yataklanmış bulunan kanallı tambur kam, kendi ekseni etrafında döndüğünde kanalının içinde bulunan iticiyi sağa sola hareket ettirecektir. Dikkat edilirse burada sağlanan hareketin çerçeveli kamlarla sağlanan hareketle benzerlik gösterdiği görülecektir.



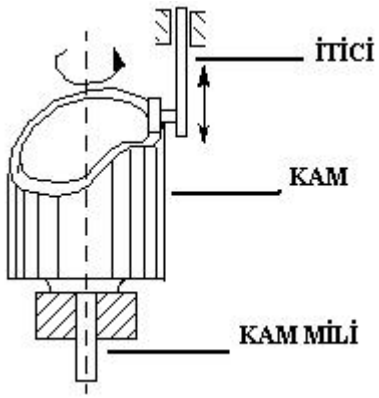
Şekil 1.6: Kanallı tambur kamın çalışması

1.2.2. Alın Kısmıyla Çalışan Kamlar

Bu tür kamların iticiye hareket veren kısımları alın kısımlarındaki girinti veya çıkıntılar olabileceği gibi alın kısımlarına açılan sonsuz kanallar da olabilir.

➢ **Alnı şekilli kamlar**

Bu kamların alın kısımlarında iticiye alternatif hareket yaptıracak şekilde özel biçimli girinti ve çıkıntılar bulunur (Şekil 1.7).

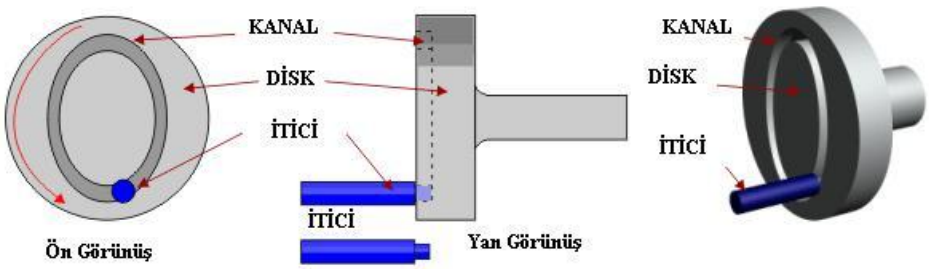


Şekil 1.7: Alnı şekilli kam

- **Kanallı disk kamlar**

Bu kamlar bir disk üzerine açılmış sonsuz kanallardan oluşur. Kamın dönmesiyle bu kanalın içinde bulunan iticinin makarası alternatif hareket yapar. Bu kamlar da çerçeveli kamlar ve kanallı tambur kamlar gibi çift etkilidirler. Yani iticinin ileri ve geri kurslarını kamın dönme hareketi sağlamaktadır.

Bu tür yatakların iticisinin kanal içinde kalan kısımlarına sürtünme etkisini azaltmak için rulmanlı yatak takılmaktadır. Şekil 1.8'de alt ve üst son konumları görülmektedir.



Şekil 1.8: Kanallı disk kam

1.3. Kam Gereçleri

Kamlar ilettikleri kuvvetin değeri ile iletme hızına göre dökme demir, dökme çelik, fiber, pirinç, bakalit, plastik veya sementasyon çeliğinden imal edilebilir. Tasarım amacına göre genelde sertleştirilebilen çeliklerden imal edilir. İticinin çalıştığı yüzeyler sertleştirilerek taşlanır. Sertleştirmeye tabi tutulan kamların sertliği 50–60 HRC olmalıdır.

1.4. Kamın Üretim Biçimleri

Kamların üretim şekilleri zamanla gelişerek günümüzdeki son hâli olan bilgisayar destekli tasarım ve imalat aşamasına kadar gelmiştir. Tasarım ve üretim teknikleri geliştikçe kamların imal edilmeleri daha kolay ve daha ekonomik hâle gelmektedir. Bilgisayar destekli tasarım sayesinde çok değişik profillerde kamların kolayca tasarlanması ve hassas bir şekilde CNC tezgâhlarda üretilmeleri mümkündür. Şimdi kam üretim yöntemlerini öğreneceğiz.

1.4.1. Kamların Elle İmalatı

Kamların elle imal edilmeleri sırasında yapılan ilk işlem kamın çizilmesidir. Bunun için kam diyagramları iticinin yapacağı hareketlere göre çizilir. Bu hareketler yükselme durma ve dönüş hareketleridir. Diyagramdan elde edilen mesafeler daha önceden belli açılarda parçalara bölünmüş bulunan kam resminin üzerindeki açısal çizgilerin üzerine işaretlenir. İşaretlenen noktalar uygun bir pistole kullanılarak birleştirilir. Böylece kam profili elde edilmiş olur. Elde edilen kam profili kam diskinin üzerine markalanır. Daha sonra kesme delme ve eğeleme gibi teknikler kullanılarak kam profili oluşturulmaya çalışılır. Bu yöntem zahmetli ve tecrübe gerektiren bir işlemdir. Ayrıca elde edilen kam, makinede yapılan kamlar kadar düzgün olmaz. Kam yüzeylerinde eğelemeden oluşan hatalardan dolayı ortaya çıkan pürüzlülükler kam iticisinin titreşimli çalışmasına sebebiyet verebilir.

1.4.2. Kamların Üniversal Freze Tezgâhında İmalatı

Üniversal freze tezgâhlarında kamların doğrudan yapılmaları mümkün değildir. Ancak kam imalatı için özel olarak hazırlanmış basit makineler ve aparatlar yardımıyla basit bazı kamlar üniversal freze tezgâhlarında yapılabilir. Kam yapımında kullanılan bu türden aparatlar kopya mantığı ve tezgâhın kendi bölme prensiplerinden hareketle çalışır. Bu aparatlarda özel bir bölme aygıtına bağlanan elektrik motoruyla kamın bağlı bulunduğu milin sürekli hareketi sağlanır. Bu bölme aygıtı sonsuz vidasına elektrik motoru bağlanmış bir divizör olarak düşünülebilir. Yapılması istenen kamın bir taslak şekli yapılarak bölme aparatındaki alın kısmına bağlanır. Bu taslak kam, bir dayama ile durdurulur. Zincirli bir ağırlık mekanizmasıyla taslak kamın dayamayla sürekli temas hâlinde bulunması sağlanır. Dayama ise tezgâhın tablasında sabit durumdadır. Bu şekilde divizör elektrik motoruyla hareket ettirildiğinde ağırlığın etkisiyle dayamayla sürekli temas hâlinde bulunan kılavuz kamın şekli işlenecek olan kama verilmiş olur.

Aparata gerek görülmeden de bazı basit kamların imalatı divizör eksen konumlarının ayarlanmasıyla mümkündür. Buradaki mantık kamın çeşitli eksenlerdeki farklı çaplarda dairelerden oluştuğundan hareketle bu dairelerin merkezlerinin freze tezgâhının tabla hareketleriyle bulunarak divizörün çevirme kolunun döndürülmesiyle işlenmesidir. Pratik olarak yapılan bu kamlar pek muntazam olmazlar. Ancak eğe ile el işçiliği yapılarak tamamlanır.

1.4.3. Kamların Özel Kam Tezgâhlarında İmalatı

Kamların kullanma alanlarının çokluğundan dolayı sanayide özel kam yapan tezgâhlara ihtiyaç duyulmuş ve bu amaçla sadece kam imalatı yapan tezgâhlar tasarlanmıştır. Ancak ekonomik yönden çok pahalı olduklarından pratik olmalarına rağmen her işletmede bulunmamaktadır.

1.4.4. Kamların CNC Tezgâhlarda İmalatı

Kamların üretim yöntemlerinde son yıllarda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Kam profillerinin bilgisayarda tasarlanması ve sayısal kontrollü tezgâhlar sayesinde kamların tasarlanması ve imalatı tamamen değişmiştir. 1960'ların sonlarına kadar kamlar kâğıt üzerinde markalama teknikleri kullanılarak tasarlanıyor ve elle, klasik takım tezgâhlarında veya kopya tertibatlı tezgâhlarda düşük adetlerde üretiliyordu.

Son zamanlarda kamlar tamamen üniversal ve aynı zamanda ekonomik bir yol olan bilgisayar destekli tasarım teknikleri kullanılarak tasarlanmaktadır. Bilgisayar ortamında profilleri istenilen değerlerde oluşturulan kamlar CNC freze tezgâhlarında ve CNC elektroerozyon tezgâhlarında hassas bir şekilde işlenmektedir.

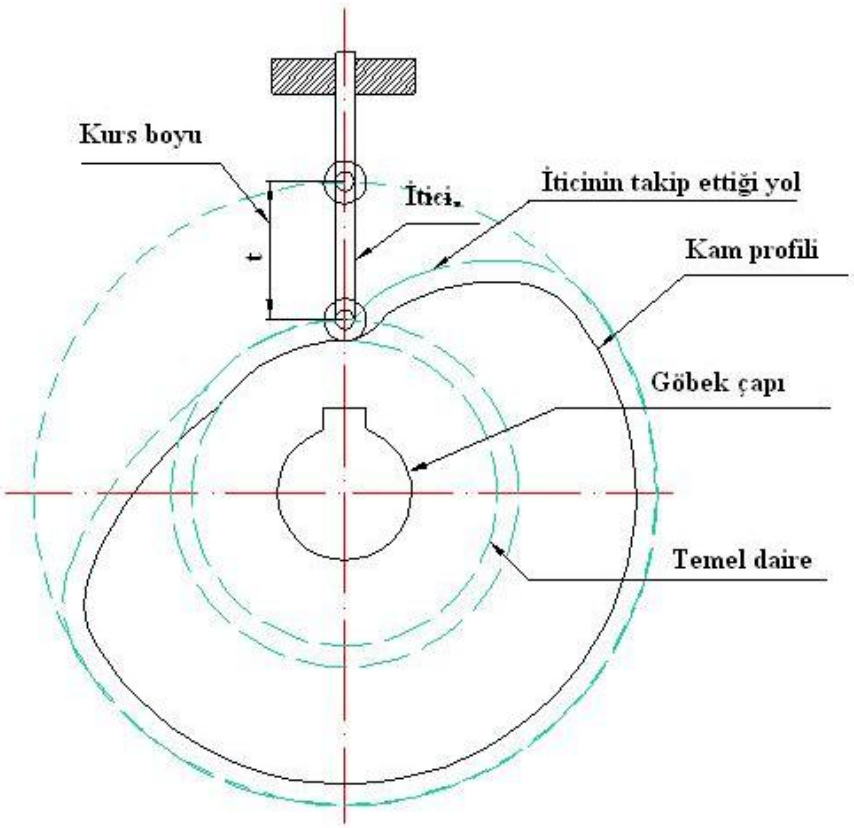
Kamların tasarlanması için çeşitli programlama dillerinde yazılımlar geliştirilmiştir. Bu yazılımlar sayesinde kam için gerekli olan parametreler girilerek kamın etkileşimli olarak tasarlanması mümkündür. Bu yazılımlara internetten erişim imkânı bulunmaktadır. Bu programlarda elde edilen kam resmi bir CAM programına alınarak CNC tezgâh için gerekli programlama kodları üretilebilir. Kamların CNC tezgâhlarda üretilmesinin üstünlükleri şu şekilde sıralanabilir.

- Kam profilinin hassas olarak tasarlanması
- İşleme sırasında kesinti olmaması sebebiyle kam yüzeyinin pürüzsüz elde edilebilmesi
- Doğru ve hassas olarak üretilebilme
- Klasik tezgâhlarda elde edilmesi zor olan geometrilerin CNC tezgâhlarda kolayca elde edilebilmesi
- Elde edilen hassas bitirme yüzeyleri sayesinde titreşimsiz çalışma imkânı

1.5. Kam Elemanların Hesaplanması

Kam elemanlarının hesaplanmasından önce bu elemanların neler olduklarını öğrenmemiz yerinde olacaktır. Şimdi kam elemanlarını bir kam resmi üzerinde inceleyelim.

1.5.1. Kam Elemanları ve Tanımları



Şekil 1.9: Kam elemanları

- **Kurs boyu:** Kamın bir tam turu sırasında iticinin geldiği en alt ve en üst konum arasındaki mesafedir.
- **Kam profili:** Kamın iticisine hareket veren eğrisel şekilli çevre kısmıdır.
- **Delik çapı:** Kamı döndürecek olan milin geçtiği deliktir.
- **Göbek çapı:** Mil delik çapından biraz daha büyük olarak imal edilen ve kam deliğinin dayanımını artıran faturanın çapıdır.
- **Temel daire:** İtici ucunun kam eksenine en yakın olduğu yerden geçen dairedir.
- **İticinin takip ettiği yol:** Kam dönerken iticisinin kam profili üzerinde takip ettiği yoldur.

1.6. Kam Diyagramları

Kam yapım resimlerinin çizilebilmesi için ilk önce kam diyagramının çizilmesi daha sonra çizilen kam diyagramından elde edilen mesafelerin kam resmi üzerine taşınarak kam profilinin çıkarılması gerekmektedir. Kam diyagramları kamın iticisine sağladığı hareketin cinsine bağlı olarak farklılık gösterir. Bunun yanında kamların yapım resimlerinin çizilebilmesi için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır.

- Kamın iticiye yaptıracağı hareketin cinsi
- İticinin kurs boyu
- İticinin en düşük konumu ile mil ekseni arasındaki mesafe

1.6.1. Düzgün Hareket Sağlayan Kam Diyagramının Çizilmesi

Bu tip kamlarda itici sabit hızla yükselir ve sabit hızla geri döner. Şimdi iticisine düzgün hareket sağlayan kam diyagramının çizilmesi bir örnekle açıklanacaktır (Şekil 1.10).

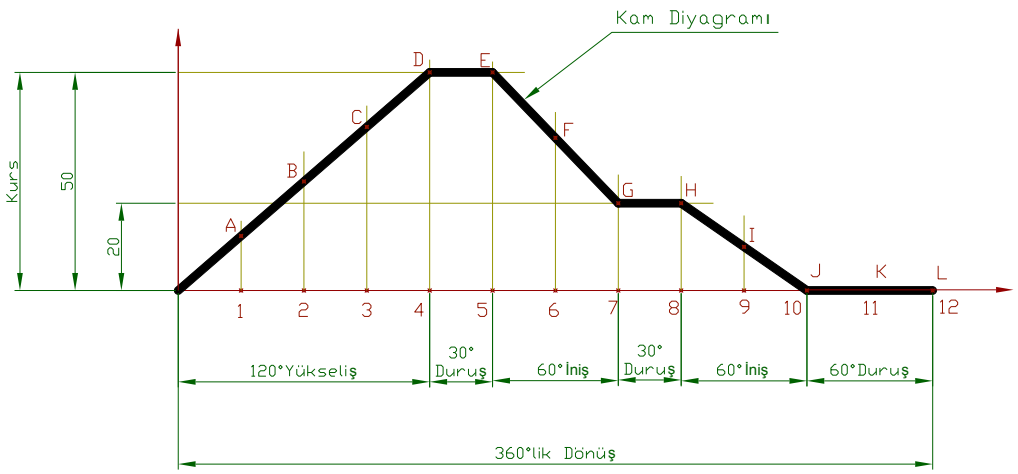
ÖRNEK 1

Bir kam mekanizmasında iticinin kursu 50 mm'dir. İticinin en düşük konumu ile kam ekseni arasındaki mesafe 40 mm, mil çapı 30 mm ve göbek çapı 58 mm'dir. Kam saat ibresinin ters yönünde dönerek çalışmakta ve iticisine sırayla aşağıdaki hareketleri yaptırmaktadır.

- 120°lik dönüşle iticisini 50 mm yükseltiyor.
- 30°lik dönüş sırasında sabit kalıyor.
- 60°lik dönüşte 30 mm iniyor.
- 30°lik dönüşte sabit kalıyor.
- 60°lik dönüşte 20 mm daha iniyor.
- 60°lik dönüşte sabit kalarak kursunu tamamlıyor.

Kam diyagramının çizilmesinde yukarıdaki veriler kullanılarak aşağıdaki işlemler yapılır.

- Birbirine dikey olarak çizilen iki eksenden yatay olanının üzerine kamın bir turundaki açılar istenilen mesafelerde işaretlenir. Burada eşit açılar için eşit mesafeler alınmalıdır.
- Dikey eksen üzerine iticinin yaptığı kurs mesafeleri yatay çizgiler hâlinde çizilir. Örneğimizde iticinin kursları 20 ve 50 mm'dir.
- Açıları gösteren yatay doğrudan her açı için yukarıya doğru dik çizgiler çizilerek yatay çizgilerle çakıştırılır.
- Son olarak kamın iticisine yaptıracağı hareketlere göre 0 noktasından başlayarak kam diyagramı çizilir.



Şekil 1.10: Düzgün hareket sağlayan kam diyagramı

1.6.2. Düzgün Değişen Hareket Sağlayan Kam Diyagramının Çizilmesi

Bu tip kam mekanizmalarında itici düzgün hızlanarak veya düzgün yavaşlayarak yol alır. İticinin ivmesi sabittir. İticinin aldığı yol; hızın ortalama değeriyle zamanın karesinin çarpılması sonucunda bulunur. İticisine düzgün değişen hareket sağlayan kam diyagramının çizilmesi de bir örnekle açıklanacaktır (Şekil 1.11).

ÖRNEK 2

İtici kursu 50 mm, iticinin en düşük konumu ile kam ekseni arasındaki mesafesi 40 mm, mil çapı 30 mm ve göbek çapı 58 mm olan bir kam, saat ibresinin tersi yönde dönerek iticisine aşağıdaki hareketleri vermektedir.

- 120°lik dönüşle 2 mm/sn.² ivmeyle düzgün hızlanan hareket yaparak iticisini 50 mm yükseltmektedir.
- 30°lik dönüş sırasında sabit kalmaktadır.
- 90°lik dönüş sırasında 2 mm/sn.² ivmeyle düzgün hızlanan hareket yaparak 25 mm inmektedir.
- 90°lik dönüş esnasında 2mm/sn.² ivmeyle düzgün yavaşlayan hareket yaparak 25 mm daha inmektedir.
- 30°lik dönüşte sabit kalmaktadır.

Kam diyagramının çizilmesinde yukarıdaki veriler kullanılarak aşağıdaki işlemler yapılır.

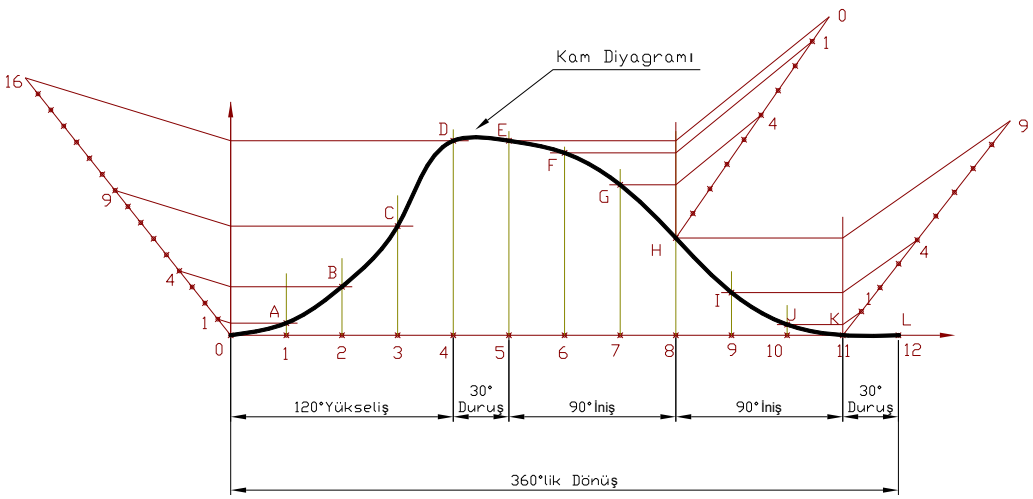
- Kam diyagramının yatay ve dikey çizgileri çizilir.
- 1 sn.lik dönüş miktarına kaç derecelik açının karşılık geldiği kamın bir turunu kaç saniyede tamamlandığından hareketle bulunur. Bunun için kamın dakikadaki devir sayısı bilinmelidir.
- Bu uygulamada hesaplamada kolaylık olması bakımında kamın bir turunu 12 sn.de tamamladığı kabul edilmiştir.

➢ Kamın yukarıda verilen her hareketi için e=1/2.a.t² formülüyle birim zaman için yükselme veya alçalma miktarı hesaplanır. Şimdi buna göre adım adım kam diyagramının çizilmesi için gerekli olan mesafeleri hesaplayalım.

Kamın ilk hareketi olan 120° lik dönüşündeki 50 mm'lik yükselme hareketi için;

1. **saniyede alınan yol:** **(**1/2).a.t² den 1/2.2.1 = 1 mm
2. **saniyede alınan yol:** **(**1/2).2.2² = 4 mm
3. **saniyede alınan yol:** **(**1/2).2.3² = 9 mm
4. **saniyede alınan yol:** **(**1/2).2.4² = 16 mm olarak hesaplanır. Yani iticinin 120°lik dönüşünde alacağı yol 16 mm olarak bulunur. Ancak bizim birinci adımda istediğimiz iticinin 50 mm yükselmesiydi. Yapılacak çizimde bu mesafeler 50 mm'ye oranlanarak gerçek yükseklikler elde edilecektir. Dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta iticinin hareketi düzgün hızlanan hareket ise hareketin başlangıç noktası 0 olarak, düzgün yavaşlayan hareket ise hareketin bitiş noktası 0 noktası alınarak hesaplanan yükseklikler kam eğrisinin çiziminde kullanılmalıdır.

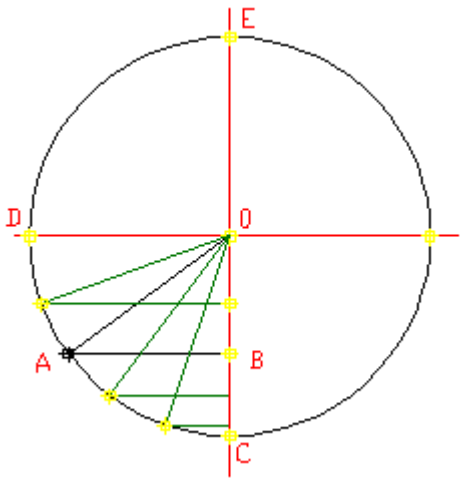
Burada sadece çizeceğimiz kam diyagramı için ilk 50 mm'lik yükselme hareketi için hesaplama yapılmıştır. Diğer hesapları yaptığımızda ortaya çıkacak kam diyagramı aşağıdaki gibi olacaktır.



Şekil 1.11: Düzgün değişen hareket sağlayan kam diyagramı

1.6.3. Harmonik Hareket Sağlayan Kam Diyagramının Çizilmesi

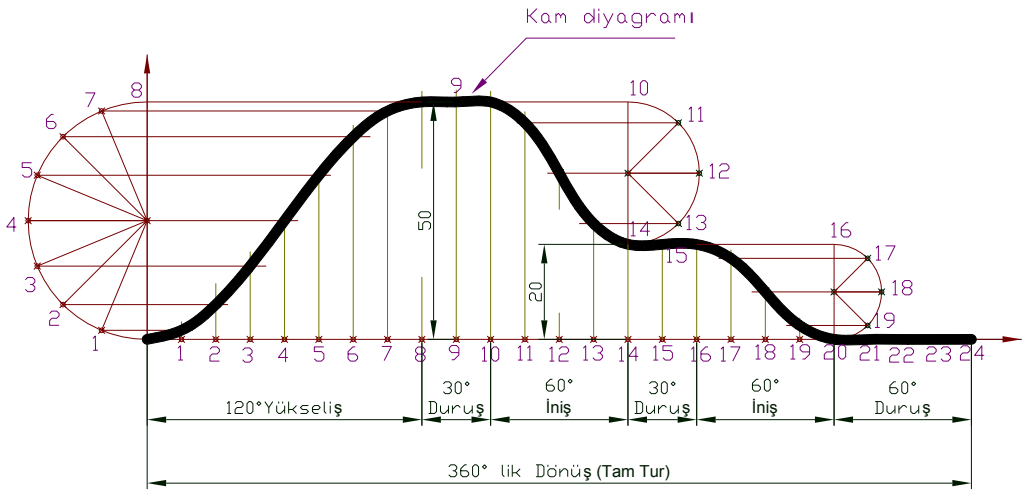
Dairesel bir yörünge üzerinde sabit hızla hareket eden bir noktanın daire çapı üzerindeki iz düşümü harmonik harekettir.Yandaki şekildeki (Şekil 1.12) A noktası dairenin C noktasından saat ibresi yönünde hareketine başlar ve sabit hızla daire etrafında dönerse dairenin çapı üzerinde B noktası gibi iz düşümler oluşturur. Birim zamanda oluşan bu iz düşümlerin C noktasına olan mesafeleri kamın yükselme veya alçalma değerleri olarak kullanılır. A noktası C noktasında iken B iz düşümü de C noktasında olduğundan hız sıfırdır. A noktası D noktasına yaklaştıkça B'nin hızı artar ve A noktası D noktasına geldiğinde B en büyük hızına ulaşır. A noktası D noktasından E noktasına yaklaştıkça hızı giderek azalır ve E noktasında sıfırlanır.



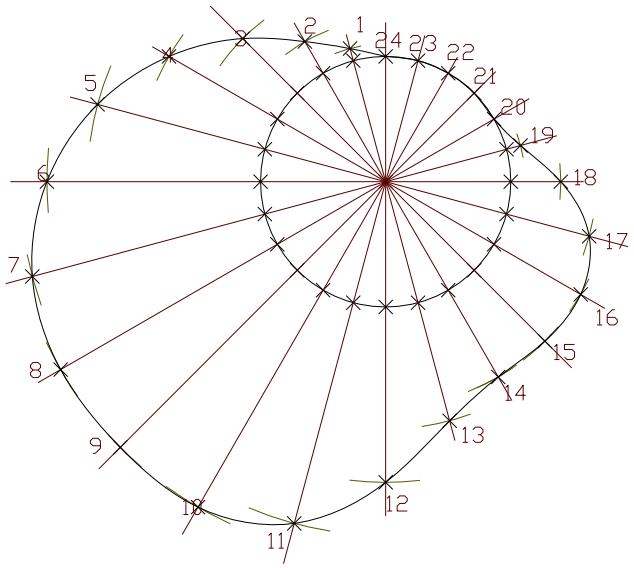
Şekil 1.12: Harmonik hareket

Şimdi önceki kam diyagramlarında çizdiğimiz kam diyagramının aynısını bir de harmonik hareket için çizilmesini öğrenelim. Bunun için şu adımlar takip edilmelidir:

- Kam diyagramının yatay ve dikey çizgileri çizilir (Şekil 1.13).
- Yatay çizgi istenilen açı aralığı kadar eşit mesafelere bölünür.
- Kam ilk olarak 50 mm'lik yükselme hareketi yapacağından kam diyagramının sol tarafına çizilen 50 mm çaplı yarım daire 120°lik bölüntü miktarı kadar eşit parçalara bölünerek dairenin üzerinde bulunan noktalardan sağa doğru yatay çizgiler çizilir.
- Yatay eksendeki 1 numaralı noktadan başlanarak yukarıya doğru dikmeler çıkılır, bu dikmeler yarım daireden çizilen yatay çizgilerle sırayla çakıştırılarak kam diyagramının geçeceği noktalar bulunur.
- Yatay eksen bu uygulamada 24 eşit parçaya ayrılmıştır. Yani her bir parça 15°ye eşittir.
- Kam 1. hareketini 120°de tamamladığından sol tarafa çizilen daire 120/15=8 olacağından 8 parçaya ayrılmıştır.
- Kamın diğer hareketleri de aynı yöntemle çizilerek kam diyagramı tamamlanır.



Şekil 1.13: Harmonik hareket sağlayan kam diyagramı



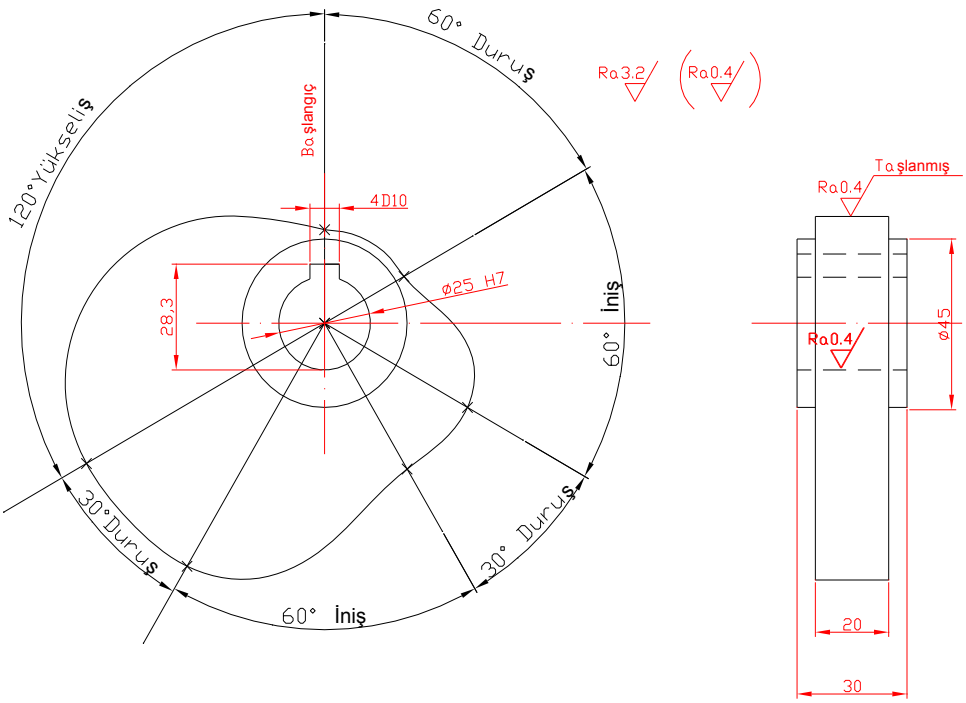
Şekil 1.14: Kam yapım resminin çizilmesi

1.7. Kam Resimleri

Kam resmini çizmenin ilk aşaması olan kam diyagramının çizilmesini yukarıda öğrenmiştik. Şimdi adım adım kam yapım resimlerinin çizimini öğrenelim (Şekil 1.15).

- Yatay ve dikey eksenler çizilir.
- Temel daire çizilir.
- Diyagramda yatay eksen kaç eşit parçaya bölünmüşse çizdiğimiz temel daire o kadar açısal parçaya bölünür.

- Kam diyagramında kamın hareketlerini gösteren mesafeler diyagramdan alınarak çizilen doğrular üzerine sırasıyla temel daire esas alınmak suretiyle işaretlenir.
- Bulunan noktalar pistoleyle birleştirilir. Böylece kam profili oluşturulmuş olur.
- Açısal bölüntüde kullanılan ve dairenin merkezinden çıkan doğrular mesafeleri bulduğumuz yaylar ve iticinin kam merkezine en fazla yaklaştığı noktadan geçen temel daire, yardımcı çizgiler olduklarından silinir.
- Kamın ön görünüşünde göbek çapı, mil çapı ve kama kanalı gösterilir.
- Kamalı bağlantıdan farklı olarak başka bir bağlantı şekli kullanıldıysa çizimde gösterilir.
- Daha sonra kamın sol yan görüntüsü çizilerek kamın kalınlığı ve göbek genişliği gösterilir.
- Kamların yapım resimlerinde kam diyagramlarına yer verilmez ancak bilgi olması bakımından kamın hareketleri açısal olarak ifade edilir.
- Kam diyagramı yerine kamın dönme açılarına denk gelen yükseklikler gösterildiği bir çizelge hazırlanır**.**



Kot	0	1.9	7.3	15.4	25	34.6	42.7	48.1	50	50	50	45.6	35	24.4	20	20	20	17.1	10	2.9	0	0	0	0	0
Derece	0	15	30	45	60	75	90	105	110	125	140	155	170	185	200	215	230	245	260	275	290	305	330	345	360

Şekil 1.15: Kam yapım resmi

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamakları ve önerileri dikkate alarak kam resmi çiziniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Temel daire çapına göre çevre açınım doğrusunu ve yüksekliğini çiziniz.	➢ Verilen temel daire çapına göre çevre açınım doğrusunu ve yüksekliğini çiziniz.
➢ Çevre açınım doğrusunu eşit parçalara bölünüz.	➢ Çevre açınım doğrusunu eşit parçalara bölünüz.
➢ Yatay ekseni çalışmanıza uygun açı aralıklarında eşit mesafelere bölünüz.	➢ Kamın hareketlerini analiz etmeyi unutmayınız. ➢ Boş bir kâğıda kamınızın yapacağı hareketi ve hareket çeşitlerini sırayla yazınız. ➢ Sabit hızlı, düzgün yavaşlayan veya hızlanan ve harmonik hareket durumlarını not ediniz. ➢ Bir kamın hareket biçimlerinden birkaçını birden sağlayabileceğini unutmayınız. ➢ Autocad ortamında çalışıyorsanız 'divide' komutuyla yatay ekseni bölebilirsiniz. ➢ Bulduğunuz noktalara 'point' komutuyla noktalar işaretleyiniz. Bu, yapacağınız çizimde yardımcı olacaktır.
➢ Yükseklikte çıkılan mesafeleri işaretleyiniz.	➢ Çalışma kâğıdınızda hesapladığınız değerleri teker teker dikey eksende işaretleyiniz. ➢ Yatay eksende bulduğunuz noktalardan 'ortho' komutu aktif durumdayken yukarıya doğru dikmeler çıkmanız daha pratik olacaktır. ➢ 'Snap from' komutuyla yatay eksende bulunan bölüntü noktalarını temel alarak yükseklikleri sayısal olarak klavyeden girerek işaretleyebilirsiniz. ➢ İvmeli hareket varsa düzgün hızlanan veya yavaşlayan hareket şekillerine göre '**0**' noktasını belirleyiniz. ➢ Harmonik harekette çizeceğiniz yarım dairenin çapının alınan mesafe kadar olmasına dikkat ediniz. ➢ Harmonik harekette yarım daireyi ve ivmeli harekette çizeceğiniz doğruyu **'divide'** komutuyla eşit parçalara bölebilirsiniz. ➢ **'Ortho'** komutu aktif durumdayken kam diyagramını oluşturacak noktaları bulduğunuz yatay ve dikey çizgileri kesişme noktalarına kadar uçlarından tutarak kısaltınız. Bu çiziminizde oluşabilecek karışıklıkları ve yanlışları önleyecektir.

➢ İşaretlenen noktaları birleştiriniz.	➢ İşaretlenen noktaları birleştirmek için ‘spline’ komutunu kullanınız. ➢ Kam hareketlerini yatay eksende ölçülendirmeyi unutmayınız.
➢ Kam temel dairesini çiziniz ve eşit parçalara bölünüz.	➢ Kam temel dairesini yatay ekseni böldüğünüz miktar kadar bölünüz. ➢ AutoCad ortamında çalışıyorsanız kam ekseninden başlayan doğruları ‘<’ işaretini kullanarak isteğiniz açıda çizebilirsiniz.
➢ Kam diyagramı üzerinde işaretlenen yükseklik mesafelerini kam temel dairesine taşıyınız.	➢ Çizdiğiniz kam diyagramından yükseklik ölçülerini ölçülendirme komutuyla ölçülendirerek çizeceğiniz yüksekliği bulabilirsiniz. ➢ Ölçülendirmede kullandığınız noktaların istenilen noktalar olmasına dikkat ediniz. Bunu sağlamak için bulduğunuz noktaları ‘point’ komutuyla işaretleyiniz ve ölçülendirmede ‘snap point’ özelliğini kullanınız.
➢ Taşınan noktaları birleştirerek kam eğrisini çiziniz.	➢ Taşınan noktaları birleştirirken ‘spline’ komutunu kullanınız. ➢ Çizime kılavuzluk yapması için çizilen yardımcı çizgileri ve temel dairesini siliniz. ➢ Kam delik ve göbek çapını çiziniz. Kama kanalı ve diğer detayları çiziniz. ➢ Sağ yan görünüşte kam ve göbek kalınlığını gösteriniz. ➢ Oluşturduğunuz çizim, bir CAM programına taşınarak CNC tezgâhta kamın profilinin işlenmesi için CNC kodu üretmekte kullanılabilir.
➢ Kam diyagramı ve eğrisini ölçülendiriniz.	➢ Kam diyagramını ve eğrisini ölçülendirirken kamın yaptığı yükselme durma ve alçalma hareketlerini açısal olarak ifade ediniz. ➢ İşleme işaretlerini ve bazı ölçülerin toleranslarını istenen özelliklerde belirtiniz. ➢ Verilen toleransların alt ve üst sınırlarını gösteren küçük bir tabloyu yapım resmine aktarabilirsiniz. ➢ Gerekli görülürse kamın yaptığı hareketleri açılarıyla beraber veren bir tablo çizerek yapım resminin altına yerleştiriniz (kot, açı tablosu).
➢ Anteti çizip doldurunuz.	➢ Antette gerekli olan gereç, ölçek, parçanın adı, parça numarası, montaj numarası vb. bilgilere yer veriniz. ➢ Okulunuzun ve çalıştığınız şirketin kullandığı bir antet şekli varsa kullanınız yoksa teknik resim kitaplarında çizilen standart antetleri kullanabilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1.	Boş bir kâğıda kam analizini yaptınız mı?		
2.	Kamın her hareketi için birim zamanda yapacağı yükselme durma ve alçalma miktarlarını hesapladınız mı?		
3.	Yatay ve dikey eksenleri uygun ölçüde çizdiniz mi?		
4.	Yatay ekseni gerekli miktarda parçalara bölüp yukarıya doğru dikmeler çıktınız mı?		
5.	Dikey eksende kamın yapacağı hareketleri işaretleyip yatay eksenden gelen çizgilerle kesiştirdiniz mi?		
6.	Bulduğunuz noktaları birleştirerek kam eğrisini çizdiniz mi?		
7.	Kam diyagramını ölçülendirdiniz mi?		
8.	Temel daireyi çizdiniz mi?		
9.	Temel daireyi açısal parçalara böldünüz mü?		
10.	Sıfır noktasından başlayarak kam diyagramında bulduğunuz yükseklikleri kam resmine taşıdınız mı?		
11.	Bulduğunuz noktaları birleştirip kam eğrisini çizdiniz mi?		
12.	Kamın yan görünüşünü çizdiniz mi?		
13.	Kamın delik çapı ve göbek çapını resminizde gösterdiniz mi?		
14.	Yapım resminizi ölçülendirdiniz mi?		
15.	Yüzey işleme işaretlerini gösterdiniz mi?		
16.	Açı ve kot değerleri ile ölçü alt ve üst sınırlarını gösteren çizelgeyi doldurdunuz mu?		
17.	Anteti doldurdunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir silindirin üzerine açılmış sonsuz helis kanaldan oluşan kamın adı nedir?
A) Çift etkili kam
B) Disk kam
C) Tambur kam
D) Alnı şekilli kam

2. Kurs boyu neye denir?
A) İticinin hareketlerine denir.
B) İticinin takip ettiği yola denir.
C) Kam eğrisine denir.
D) İticinin en alt ve en üst konumları arasındaki mesafeye denir.

3. AutoCad programında kam eğrisi çizilirken hangi komut kullanılır?
A) Line
B) Spline
C) Polyline
D) Point

4. Kam imalat şekillerinden en pratik ve en hassas olanı hangisidir?
A) Elle imalat
B) Üniversal freze tezgâhlarında imalat
C) Özel kam tezgâhlarında imalat
D) CNC tezgâhlarında imalat

5. Kam profilinin sertleştirilmesinin ve taşlanmasının amacı nedir?
A) Kamın rahat işlenmesini sağlamak
B) Kam profilinin düzgün çıkmasını sağlamak
C) Aşınma miktarını azaltarak iticinin hareketlerindeki titreşimi en aza indirmek
D) Kam profilindeki talaşları almak

6. Kamlarla ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?
A) Kamlar simetrik şekilli makine elemanlarıdır.
B) Kamlar birçok makinede kullanılır.
C) Kamlar iticilerine alternatif doğrusal hareket sağlar.
D) Kamların birçok çeşidi vardır.

7. Makaralı itici hangi amaçla kullanılır?
A) Dönme hareketi elde etmek için
B) Sürtünmeyi dairesel harekete çevirmek için
C) Doğrusal hareketi dairesel harekete çevirmek için
D) Sürtünmenin etkisini azaltmak için

8. Hangisi kamların mahzurlu yanlarından biridir?
A) Çok hızlı dönmeleri
B) Simetrik olmamaları
C) Diğer makine elemanlarından farklı olmaları
D) Çalıştıkları makinede titreşim meydana getirmeleri

9. Kamları diğer makine elemanlarından üstün kılan en önemli özellikleri nedir?
A) Üretimlerinin zor olması
B) Şekillerinin eğrisel olması
C) Diğer makine elemanlarıyla elde edilmesi çok zor hareketlerin kamlarla kolayca elde edilebilmesi
D) Çalıştıkları makinede titreşime sebebiyet vermeleri

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

TS-ISO standart çizelgelerinden kasnakla ilgili bilgileri alabilecek ve yapım resimlerini çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Okulunuz makine atölyesine giderek öğretmenlerinizin yardımıyla atölyede bulunan makinelerin kayış kasnak mekanizmalarını inceleyiniz. Fotoğraf makineniz varsa kayış kasnak mekanizmalarının fotoğraflarını çekerek çektiğiniz fotoğrafları sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Yakınınızda bulunan sanayi çarşısına veya teknik hırdavat tedarikçilerine başvurarak kasnak ve kayışlar hakkında bilgi toplayınız. Çeşitli markaların kayış ve kasnak örneklerini inceleyiniz. Bu ürünlerin kataloglarını temin edip arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Türk Standartları Enstitüsünün www.tse.org.tr adresinden TS standartlarına erişim için üye olarak kayış kasnaklarla ilgili olan TS 148, TS 198, TS 5161, TS 5160 standartlarını online olarak sipariş ediniz. Size gönderilen standartları bilgisayar ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. KASNAK RESMİ ÇİZMEK

2.1. Kasnağın Tanımı ve Kullanıldığı Yerler

2.1.1. Kasnağın Tanımı

Miller arasındaki mesafenin uzun olduğu durumlarda döndüren mildeki güç ve hareketi bir veya birkaç kayış yardımıyla döndürülen mile iletmeye yarayan makine elemanlarına kasnak denir.

Resim 2.1'de çift kayışlı bir V kayış kasnağı görülmektedir. Dökme demirden imal edilmiş olan bu kasnak elektrik motoru milinden aldığı hareketi kayış yardımıyla döndürdüğü mile aktarmaktadır.

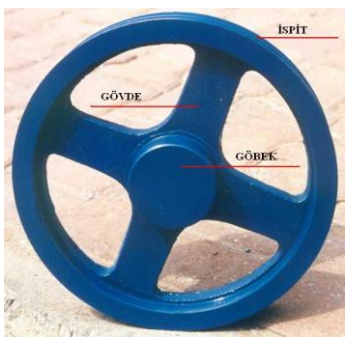
Resim 2.1: V Kayış kasnağı

2.1.2. Kasnağın Kısımları

Bir kasnağın genel olarak üç ana kısmı bulunmaktadır (Resim 2.2).

- İspit: Kayışın temas ettiği çember kısmına denir.
- Göbek: Kasnağın mile takılmasını sağlayan kısımdır.
- Gövde: İspitle göbeği birleştiren kısımdır.

Yukarıda sayılan kasnağın kısımları yandaki resimde görülmektedir. Bu kasnakta gövde kısmı kollardan meydana gelmiştir. Bunun nedeni kasnağın ağırlığını azaltmaktır. Küçük çaplı kasnakların gövdeleri dolu olarak imal edilir. Dökme demirden imal edilmiş olan bu kasnağın üzerinde henüz talaşlı imalat işlemi yapılmamıştır. Göbek kısmına merkezden milin geçeceği delik delinip işlenecektir. Ayrıca kayışın oturacağı kanallar da kayış ölçülerine göre işlenecektir.



Resim 2.2: V Kasnağın kısımları

2.1.3. Kasnağın Kullanıldığı Yerler

Kasnaklar takım tezgâhlarında, dikiş makinelerinde, tarım aletlerinde, benzinli ve dizel motorlarda, tekstil makinelerinde, vinçlerde, kaldırma ve taşıma makinelerinde kullanılmaktadır.

2.1.4. Kayış Kasnak Sistemlerinin Üstünlükleri ve Mahsurları

Üstünlükleri	Mahsurları
➢ Ucuz imal edilebilir. ➢ Birbirinden uzakta bulunan miller arasında güç ve hareket iletebilir. ➢ Ani yüklenmelerde kayışın kaymasıyla emniyet elemanı vazifesi görür. ➢ Oldukça sessiz çalışır. ➢ Güç kayıpları çok azdır. Verim % 95–98 arasındadır. ➢ Yağlanmaya ihtiyaç duymaz. ➢ Kademeli kasnak kullanımıyla çevrim oranı kolayca değiştirilebilir.	➢ Kayıştaki gerginlik nedeniyle millerde büyük bir zorlanma oluşur. ➢ Kayışın kayması nedeniyle iletim oranı sabit değildir. ➢ Sıcaklık, nem, toz ve yağ nedeniyle kayışta uzama meydana gelebilir. ➢ Kayışta meydana gelen uzamaların olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için gergi tertibatına ihtiyaç duyulur. ➢ Sürtünmeden dolayı statik elektriklenme oluşur.

2.2. Kasnağın Sınıflandırılması

Piyasada kullanılan kasnakları şu şekilde sınıflandırmak mümkündür:

- Düz kayış kasnakları
- V-kayış kasnakları
- Halat kasnakları
- Poly V kasnakları
- Gergi kasnakları
- Kademeli kasnaklar
- Yuvarlak kasnaklar
- Avara kasnaklar
- Kılavuz kasnaklar
- Otomatik ve ayarlanabilir kasnaklar
- Senkronize kasnaklar

2.2.1. Düz Kayış Kasnakları

Düz kayış kasnakları adından da anlaşılacağı üzere düz kayışlarla kullanılır. Kasnağın ispitleri yani kayışın sarıldığı kısım tamamen düz veya hafifçe bombeli olarak imal edilir. Düz kayış kasnaklarını şu şekilde sınıflandırmak mümkündür (Resim 2.3):

Resim 2.3: Düz kayış kasnağı

- **İspit şekli bakımından**
  - Bombeli kasnak
  - Düz kasnak
- **Gövdesi bakımından**
  - Dolu gövdeli
  - Kollu gövdeli
- **Göbeği bakımından**
  - Eşit göbek
  - Dar göbek
  - Geniş göbek
- **Üretim bakımından**
  - Tek parçalı
  - İki parçalı
- **Kol biçimleri bakımından**
  - Düz kollu
  - Eğik kollu
  - S kollu

2.2.2. V Kayış Kasnakları

V-kayışı kasnağı, çevresine V-şeklinde bir veya birkaç kanal açılmış bulunan kasnaktır. V kayış kasnak sistemi I. Dünya Savaşı sonrası gelişen otomotiv teknolojisiyle birlikte halat ve düz kasnaklar geliştirilerek günümüzdeki şeklini almıştır (Resim 2.4).

Resim 2.4: V Kayış kasnağı

V kayış kasnak sistemi paralel olmayan yanakları ile halat ve düz kasnaklara göre daha çok yük taşımaktadır. V kayış kasnaklarının profil açıları 32–34–36° olarak standartlaştırılmıştır. V kayış kasnağının çapı büyüdükçe kayış ömrü uzar. Kayış ve kasnak kanal açısı ortalama çapa göre değişir. Kasnakların kayışla temas ettiği yüzeylerin düzgün ve pürüzsüz olması gerekir.

2.2.3. Poly V Kasnakları

Çok sayıda ince V kanalı olan kasnaklardır (Resim 2.5). Kanal derinlikleri azdır. Kayış olarak kasnaktaki kanal sayısı kadar kanal çokluğunda kanala sahip tek parça kayış kullanılır. Bu kayışın kasnakla temas eden kısmı kanallı diğer tarafı ise düzdür. Bu nedenle her kanala eşit kuvvet geleceğinden kayıp % 2–5 arasındadır. Bu da kayışın ve kasnağın ömrünü uzatır. Poly V kasnaklarda kayışın bütün yüzeyi sarması nedeniyle tutunma kuvvetli ve kayma az olur. Poly V kasnaklarda kanal derinliği azdır. Bu nedenle küçük çaplarda imal

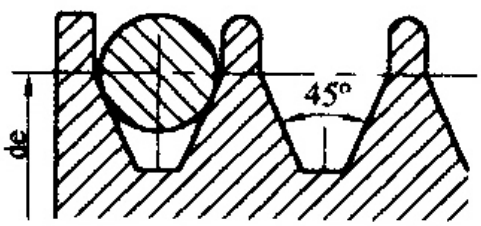
edilebilmektedir. Örneğin 50 mm çaplı kamalı mile 75 mm çapında poly V kasnak takılabilir. Küçük güç ve yüksek devirlerde kullanılan tipleri olduğu gibi büyük güç iletebilen (400 KW–1000 dev/dk.) tipleri de mevcuttur.

Ancak poly V kasnaklarının bu avantajlarına karşılık işçiliğinin hassas ve önemli olması, genellikle ithal olmalarından ötürü maliyetlerinin yüksekliği bilinen mahsurlu yanlarıdır.

Resim 2.5: Poly V kayış kasnağı

2.2.4. Halat Kayış Kasnakları

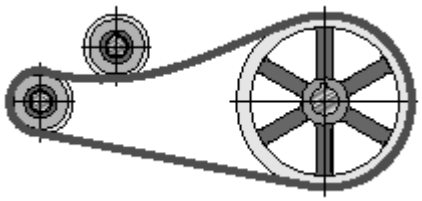
Halat kayış kasnaklarının profilleri yuvarlaktır. Bu kasnaklar büyük çaplı olarak üretilir. Bu yüzden ağır yüklerin iletilmesi ve kaldırılmasında, gemi vinçlerinde, kurtarma araçlarında vb. yerlerde kullanılır. Kasnak üzerine yan yana birçok halat yuvası açılabilir. Halatların çalışması sırasında yuvadan çıkmaması için yuva derinliği halat çapının 1,5 katı olmalıdır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Halat kayış kasnağı

2.2.5. Gergi Kasnakları

Kayış kasnak sistemlerinde kayışın gerginliği önemlidir. Yetersiz gergi veya aşırı yüksek gergi kayışın ömrünü ve taşıdığı yükü azaltır. Ayrıca çalışma sırasında sürtünmeden dolayı oluşan ısıdan kayışlar gevşer. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak üzere iki kasnaktan biri ayarlanabilir veya hareketli yapılır. Bazen de iki kasnak arasına bir gergi kasnağı (gergi makarası) takılır. Kayış dıştan gergi makarasıyla gerildiğinde özellikle küçük kasnağın kavrama açısını artırarak kayışın küçük kaymaları da önlenmiş olur (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Gergi kasnağı

2.2.6. Kademeli Kasnaklar

Küçükten büyüğe doğru birden çok kasnağın sıralanmış şekline kademeli kasnak denir. Kademeli kasnakların düz ve V kayışlı olanları kullanılmaktadır. Bunlar merdivene benzedikleri için merdivenli kasnak veya basamaklı kasnak olarak da anılır (Resim 2.6).

Bu iki kasnağı biri diğerine göre ters çevrilmiş kasnaklar olarak düşünmek gerekir. Birbirine karşılık gelen kasnak çapları her durumda eşittir. Bundan dolayı aynı kayış her pozisyonda kullanılabilir. Yandaki resimdeki motor milinin mi yoksa döndürdüğü matkap tezgâhı iş milinin mi daha yüksek devir sayısıyla döneceğini arkadaşlarınızla tartışınız.

Resim 2.6: Kademeli kasnak

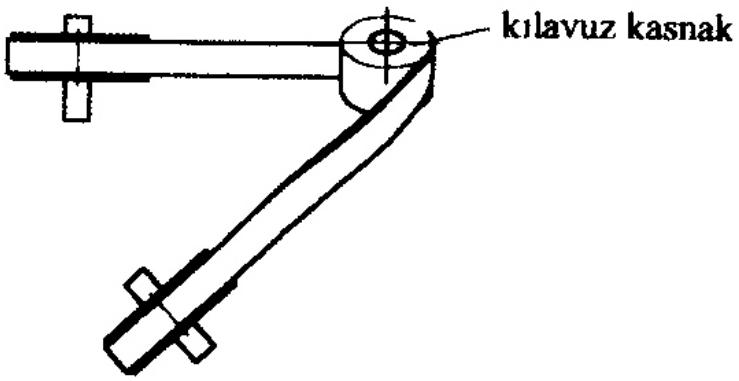
2.2.7. Yuvarlak Kasnaklar

Yuvarlak profilli kasnaklardır. Dikiş makinelerinde, elektronik aletlerde, kasetçalar vb.lerinde küçük kuvvetlerin iletilmesinde kullanılır (Resim 2.7).

Resim 2.7: Yuvarlak kasnak

2.2.8. Avara Kasnaklar

Motoru durdurmadan mile giden hareketi kesmeye yarayan yardımcı kasnaklardır. Avara kasnaklar mil üzerinde serbest döner. Mil üzerine kamasız takıldıklarından mile hareket aktarmaz.



Şekil 2.3: Kılavuz kasnak

2.2.9. Kılavuz Kasnaklar

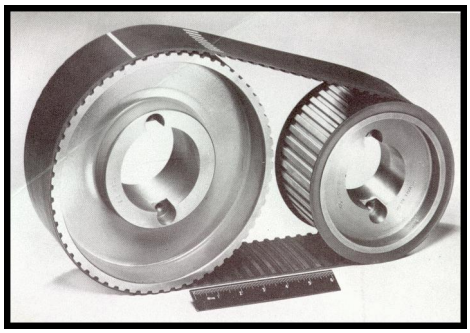
Mil eksenleri paralel olmayan kayış kasnak sistemlerinde kayışlara yön veren ve kılavuzluk yapan kasnaklardır. Kılavuz kasnaklar da avara kasnaklar gibi mil üzerinde serbest döner.

2.2.10. Otomatik ve Ayarlanabilir Kasnaklar

Kademeli kasnaklarla kademe sayısı kadar devir sayısı elde edilir. Otomatik ve ayarlanabilir kasnaklarla değişik devir sayıları elde edilir. Bu kasnaklar iki parçalı olarak imal edilir. Yanda bir ayarlanabilir kasnak sistemi görünmektedir. Ayarlanabilir kasnaklar vidalı veya kamlı sistemlerle iki parçasından biri hareket ettirilerek kasnak çapı değiştirilir. Değişen kasnak çaplarına göre değişik devir sayıları elde edilir.

2.2.11. Senkronize Kasnaklar

Senkronize kasnak, çevresine düzgün aralıklarla enine özel profilli dişler sıralanmış kaymasız çalışan kasnaklardır. Resim 2.9'da senkronize kayış kasnak çifti görülmektedir. Senkronize kasnaklar kendileri gibi dişli imal edilmiş olan senkronize kayışlarda kullanılır. Senkronize kelimesi eş zamanlı çalışan anlamına gelmektedir. Bu tip sistemlerde kayış kayması meydana gelmediğinden birbiriyle koordineli çalışması gereken durumlarda kullanılır. Döndürme oranları dişli çarklarda olduğu gibi sabittir. İçten yanmalı motorların kam millerine krank milinden alınan hareketin iletilmesinde, CNC tezgâhların iş millerinin AC motorlardan alınan hareketle istenilen açılarda ve hızlarda kontrol edilmesinde ve otomasyon sistemlerinde kullanılmaktadır. Siz de yakınınızda bulunan bir motor tamircisinden yardım isteyerek otomobillerde kullanılan bir senkronize kayış olan ve 'triger' kayışı olarak anılan kayış kasnak sistemini bir motorun üzerinde inceleyebilirsiniz.



Resim 2.9: Senkronize kasnak sistemi

2.3. Kasnak Gereçleri

Kasnaklar lamel grafitli dökme demirden ve metal, metal alaşımı, kauçuk, plastik vb. gereçlerden imal edilir. Kayış kasnaklarının malzemesi TS ISO 254'e uygun olmalıdır. Kasnağın mile geçirilen göbek kısmının aşırı yüklenme durumunda zarar görüp kullanılamaz hâle gelmesini engellemek için göbek kısmı pirinç gibi yumuşak malzemeden imal edilebilir. Herhangi bir deformasyon durumunda yumuşak malzemeden imal edilen göbek kısmı çıkarılarak yenisiyle değiştirilir.

2.4. Kasnağın Üretim Biçimleri

Küçük çaplı kasnaklar silindirik malzemelerden gerekli boylarda kesilerek üniversal torna tezgâhlarında veya CNC tezgâhlarda imal edilebilir. Bunların kayış profil ölçüleri ilgili standarttan alınabilir.

Büyük çaplı kasnaklar dökme demirden imal edilir. Genel olarak çapları 160 mm'ye kadar olan kasnaklar içleri dolu olarak çapları 160 mm'den büyük kasnaklar gövdeleri kollu olarak üretilir. Çok büyük çaplı kasnakların döküm işleminden sonra iç yapılarında meydana gelen gerginliklerin giderilmesi için uzunca bir süre bekletilmeleri gereklidir. Dökümden sonra kayışın temas ettiği yüzeyler ve göbek deliği işlenir. Bu işlemler üniversal torna tezgâhlarında veya CNC tezgâhlarda yapılabilir. Bu işlemelerde göbek deliğinin toleransı için tek parçalılarda H7, iki parçalılarda U7 tolerans değerleri dikkate alınır.

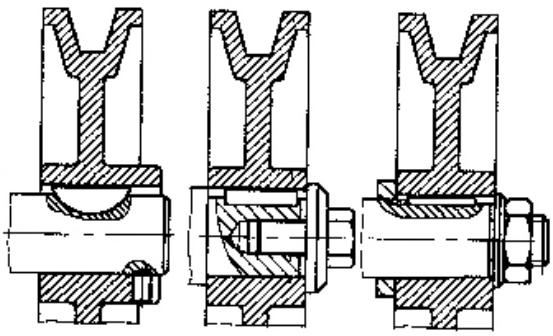
TS 148'e göre kasnaklar aşağıdaki özelliklerde olmalıdır.

- **Genel:** Dolu kasnaklar tek parça (yekpare), kollu kasnaklar ise tek parça veya iki parçalı olarak yapılmış olmalıdır. İki parçalı kasnakların parçaları simetrik olmalı ve parçalar birbirine en az 8 cıvata ile bağlanmalıdır. Kayış kasnaklarının malzemesi TS ISO 254'e uygun olmalıdır.
- **Yüzeyler:** Kasnakların yüzeyleri, temiz ve düzgün olmalı, yüzeylerde çatlak, karıncalanma, çukur, yara, bere, çapak, tufal, kalıp kumu lekeleri, cüruf vb. kusurlar bulunmamalıdır. Çalışma yüzeylerinin yüzey pürüzlülüğü değerleri TS ISO 254'e uygun olmalıdır.
- **Kaplama:** Demir, çelik esaslı kasnakların kayışa değen yüzeylerinin dışındaki yüzeyleri, önceden belirtilmek şartıyla, TS 149'a göre krom, nikel vb. ile kaplanabilir.

Kasnakların sahip olması gereken diğer teknik detaylar ilgili standartlardan elde edilebilir. Bu standartların bir listesi aşağıda verilmiştir. www.tse.gov.tr adresinden arama yaptırılarak istenen standartlara ulaşılabilir.

2.5. Kasnağın Millere Bağlanması

Kasnakların millere bağlanmasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Şekil 2.4). Kasnağın mile bağlanmasında en önemli husus kasnağın mil ekseninde yalpasız dönmesinin sağlanmasıdır. Milden gelen hareketin kasnağa aktarılmasında kamalardan yararlanılır. Bu amaçla düz kama, konik kama ve yarım ay kama kullanılabilir. Miller genelde faturalı yapılarak bu faturalara kasnak yerleştirilir. Kasnağın faturanın tersi yöndeki eksenel hareketi genellikle cıvatalı birleştirmeyle sınırlanır. Aşağıdaki şekilde kasnakların millere bağlanmasında kullanılan çeşitli tekniklere ait görünüşler verilmiştir. Ayrıca son zamanlarda kasnakların millere bağlanmasında sıkma burçlarından da sıklıkla yararlanılmaktadır.



Şekil 2.4: Kasnağın millere bağlanması

2.6. Kasnak ile İlgili TS Çizelgeleri

TS 148/Nisan 1998	Kasnaklar-V-kayışları ve yassı kayışlar için
TS ISO 254/Nisan 1998	Kayışla tahrik-kasnaklar-kalite, yüzey durumu ve balans
TS ISO 25/Nisan 1998	Kayışla tahrik-kasnaklar-V-kayışları için kanalların geometrik muayenesi
TS 5303 ISO 1081/Nisan 1998	Kasnaklar-merkezler arası mesafenin ayarlanması
TS 8546/Kasım 1990	Kasnaklar-düz kayış kasnakları –transmisyon için-çaplar
TS 8547/Kasım 1990	Kasnaklar-düz kayış kasnakları –transmisyon için- bombelik miktarı
TS 8549/Kasım 1990	Kasnaklar-düz kayış kasnakları-transmisyon için-genişlikler
TS ISO 1604/Nisan 1998	Hız değiştiriciler için sonsuz geniş V-kayışları profilleri
TS ISO 5290/Nisan 1998	Kanallı kasnaklar-birleşik v-kayışları için-kanal kesitleri
TS ISO 4183/Nisan 1998	Klasik ve dar V-kayışları- kanallı kasnaklar
TS ISO 5291/Nisan 1998	Klasik ve dar V-kayışları-kanallı kasnaklar-birleşik klasik V-kayışları için kasnak kesitleri
TS ISO 9980/Nisan 1998	Kanallı kasnaklar-V-kayışları için kanalların geometrik muayenesi

TS 8549 ISO 22/Nisan 1998	Düz transmisyon kayışları ve karşılık gelen kasnaklar-boyut ve toleranslar
TS ISO 9981/Nisan 1998	Taraklı V-kayışları ve kasnaklar –otomotiv endüstrisi için boyutlar
TS ISO 9982/Nisan 1998	Taraklı V-kayışları ve kasnaklar-endüstriyel uygulamalar için boyutlar
TS 5305/Nisan 1998	İçten yanmalı motorlar için dar V-kayışları
TS ISO 4184/Nisan 1998	Klasik ve dar V-kayışları-referans sisteminde uzunluklar
TS ISO 9608/Nisan 1998	V-kayışların düzgünlüğü ve merkezler arası mesafe için deney metodu
TS ISO 5292/Nisan 1998	V-kayışları ve taraklı V-kayışları için güç değerlerinin hesaplanması
TS ISO 8370–1/Nisan 1998	V-kayışları-adım bölgesinin tayini için dinamik deney
TS ISO 8370–2/Nisan 1998	Taraklı V-kayışları-adım bölgesinin tayini için dinamik deney
TS ISO 8419/Nisan 1998	Birleşik V-kayışları için uzunluklar
TS ISO 1813/Nisan 1998	Antistatik sonsuz V-kayışları-elektrik iletkenli-özellik ve deney metodu
TS ISO 11759/Nisan 1998	Taraklı V-kayışları-otomotiv endüstrisi için-yorulma deneyi
TS ISO 9878/Ekim 1992	Motorlu taşıtlarda senkronize kayışlar
TS ISO 9879/Ekim 1992	Motorlu taşıtlarda senkronize kasnaklar
TS ISO 5158/Nisan 1987	Senkronize kayış sistemleri-terimler
TS ISO 5159/Nisan 1987	Senkronize kayış sistemleri-güç kapasitesi ve eksenler arası mesafe hesabı
TS ISO 5161/Nisan 1987	Senkronize kayış sistemleri-kayışlar

2.7. Kasnağın Standart Gösterilmesi

Genel olarak kasnaklar piyasada standart olarak üretilmemektedir. Bunun nedeni şirketlerin kendi standartlarını oluşturmuş olmalarıdır. V kasnakların ve poly V kasnakların kanal profilleri standartlaştırılmış olduğundan bunlara ait kasnakların kanal profillerinin standarda uygun olması gerekir. Piyasada çoğunlukla poly V kasnak olarak bilinen ve kullanımı her geçen gün artan kasnak, TSE standartlarında taraklı V kayış kasnağı olarak anılmaktadır.

TS 148'e göre standarda uygun olarak imal edilen kasnakların uygun yerine oyma veya kabartma yazı ile en az aşağıdaki bilgiler yazılmalıdır.

- İmalatçının ticari unvanı, kısa adı, adresi varsa tescilli markası
- Sınıfı, tipi
- Bu standardın işaret ve numarası (TS 148 şeklinde)
- Kasnağın boyutları (çapı, genişliği) mm olarak
- Yapıldığı malzeme

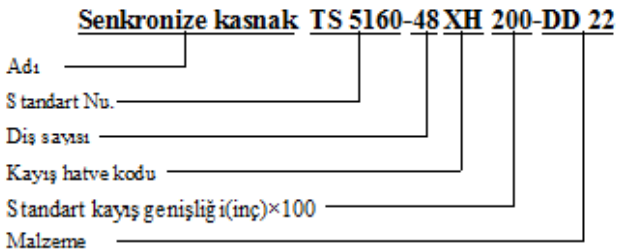
V kasnaklara ilave olarak aşağıdaki bilgiler yazılmalıdır:

- V kanalının tipi
- Kanalların açısı

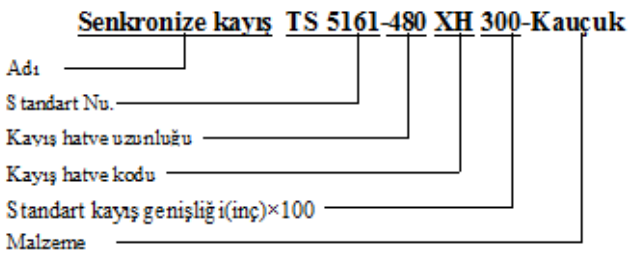
Bu bilgiler gerektiğinde yabancı dille de yazılabilir.

2.7.1. Senkronize Kayış ve Kasnağının Standart Gösterilmesi

Senkronize kasnaklar TS 5160'ta, senkronize kayışlar ise TS 5161'de standartlaştırılmışlardır. Bunlarla ilgili bilgiler bu standartların alınmasıyla ilgili çizelgelerden edinilebilir. Senkronize kayış ve kasnakların gösterilmesiyle ilgili örnekler aşağıda verilmiştir (Şekil 2.5 ve 2.6). Burada hatırda tutulması gereken önemli bir husus kayış ve kasnak imalatçısı bazı firmaların kendi standartlarını oluşturdukları ve bazılarının TS'yi değil DIN standartlarını esas alabildikleridir. Ayrıca kasnaklar; cıvatalar, pimler vb. çok kullanılan makine elemanları gibi dünyaca kabul edilmiş ölçülere sahip olmadıklarından şirketlerce üretilen kasnaklar birbirlerinin aynısı olmayabilir.



Şekil 2.5: Senkronize kasnağın standart gösterimi



Şekil 2.6: Senkronize kayışın standart gösterimi

2.8. Kasnak Hesapları

Kayış kasnak sistemi en az iki kasnak ve kasnağa uygun kayıştan meydana gelir. Kasnaklardan biri döndüren diğeri döndürülen kasnaktır. Döndüren kasnak genellikle hareketini elektrik motorundan alır. Kayış kasnak sisteminde bu iki kasnağın da çevre hızları birbirlerine eşittir. Buna göre döndüren kasnağın çapıyla dönme sayısının çarpımı, döndürülen kasnağın çapıyla dönme sayısının çarpımına eşittir. Kasnak çaplarıyla dönme sayıları ters orantılıdır.

dm/Dm=n2/n1 formülünde
dm→ Döndüren kasnağın ortalama çapı

Dm→ Döndürülen kasnağın ortalama çapı
n1→ Döndüren kasnağın devir dayısı
n2→ Döndürülen kasnağın devir sayısıdır.

Bu formül yardımıyla istenen iletim oranına bağlı olarak gerekli olan kasnak çapları bulunabilir. Kayış kasnak sistemlerinde genellikle motordan hareketini alan döndüren kasnak küçük çaplıdır. Ayrıca sistemin iletmesi gereken güç, dakikadaki devir sayısı, kayışlara gelecek çekme kuvveti, kasnağın miline bağlanmasında kullanılan elemanlara gelen kuvvetler vb. dikkate alınarak kayış kasnak sistemlerinin mühendislik hesaplarının yapılması gereklidir. Bu hesaplamaların nasıl yapılacağı hakkında çeşitli makine elemanları kitaplarına başvurulabilir.

Senkronize kayış kasnak sistemleri hariç olmak üzere diğer sistemlerde kasnak dönerken üzerinde çalışan kayış bir miktar kayar. Buna kayış kayması denir. Kayış kayması 0,01 ile 0,05 arasında olabilirse de 0,02'yi geçmesi istenmez. Çünkü gereğinden fazla kayan bir kayış sistemde istenmeyen ısınmalara sebebiyet verir.

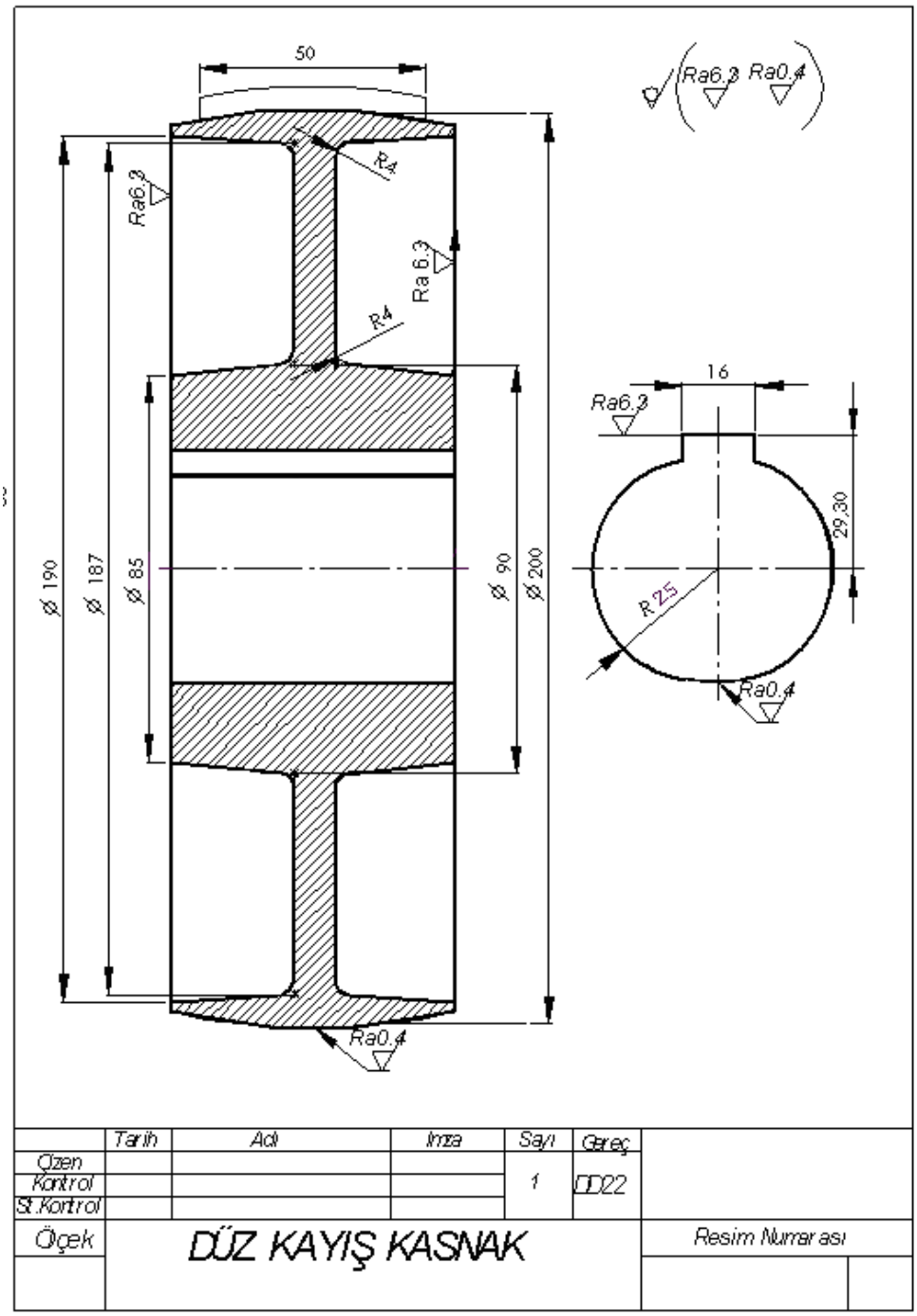
Örnek: Bir elektrik motoruna bağlı kasnak çapı 80 mm, elektrik motoru 1500 dev/dk. ile dönmektedir. Döndürülen kasnağın 750 dev/dk. ile dönmesi için döndürülen kasnağın çapını bulalım.

dm=80 mm n1=1500 dev/dk. n2=750 dev/dk. Dm=?
dm/DM=n2/n1→ Dm=dm.n1/n2 olur. Dm=80.1500/750→Dm=160 mm bulunur.

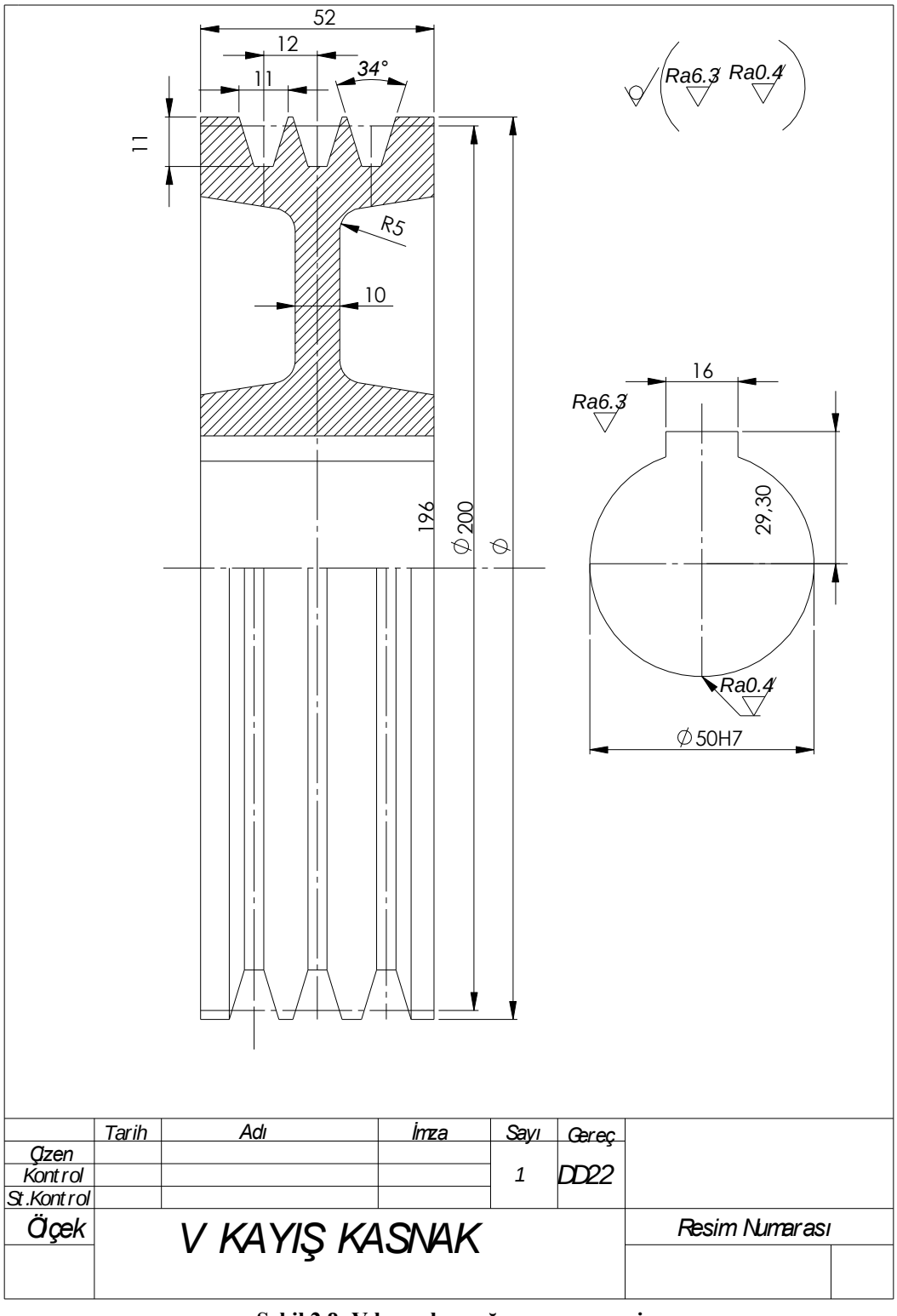
2.9. Kasnak Yapım Resimlerinin Çizilmesi

Kasnak yapım resimlerinin çizilmesinde ilk adım çizilecek kasnağın cinsinin ve çapının hesaplanmasıdır. Burada önemli olan kasnağın hangi şartlar altında çalışacağı ve kasnaktan bir makine elemanı olarak ne istendiğidir. Çizeceğimiz kasnak çalışma şartlarına göre V kasnağı, TS standartlarında taraklı kasnak olarak bilinen poly V kasnağı, düz kasnak veya senkronize kasnak olabilir. Ayrıca kasnaklar için geçerli olan formüller kullanılarak kasnağın tüm hesaplarının yapılmış olması gereklidir. Kasnak simetrik bir makine elemanı olduğundan kasnak çemberinin görüneceği ön görünüş gerçek görünüş olarak kasnağın kalınlığının görüleceği yan görünüş ise yarım veya tam kesit görünüş olarak çizilebilir. Çizim alanından tasarruf etmek amaçlanıyorsa parça simetrik olduğundan ön görünüş yarım daire şeklinde çizilebilir. Kasnağın kol durumunu ifade etmek için mutlaka kesit alınmalıdır. Kama kanalı ve göbek ölçüleri hesaplanan değerlere göre seçilmeli delik ve kama kanalı toleransları ifade edilmelidir. Parçanın işlenebilmesi için gerekli olan işleme işaretleri ve yüzey pürüzlülük değerleri konulmalıdır. Kasnak, kollu kasnak ise kol profilini ve ölçülerini ifade etmek için kolun döndürülmüş kesiti çizilir. V kayış kasnağı çiziliyorsa V kanalların ölçülendirilebilmesi için uygun ölçekte açıklama resmi çizilebilir. Yapım resmine ait resmin antetinde parça numarası, adedi, kullanılacak malzeme, resim numarası, standart numarası gibi bilgilerden gerekli olanlar bulunmalıdır. Senkronize kasnak resmi çiziliyorsa senkronize kasnağın hatve kodunun ve diş sayısının belirtilmesi gereklidir. Ayrıca yine senkronize kasnaklar için diş profillerinin standartta geçen evolvent veya düz profilli olduğu belirtilmelidir.

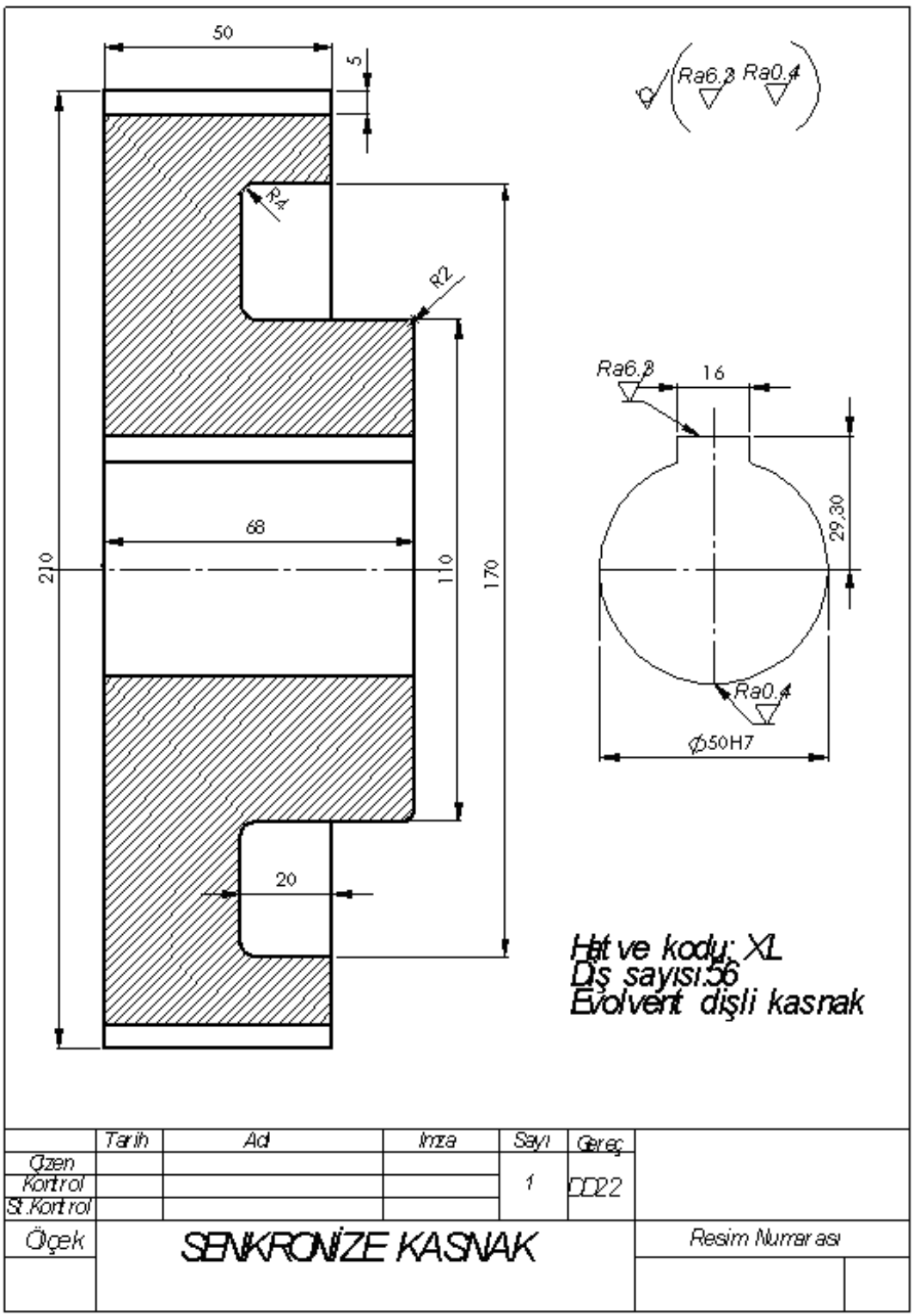
Aşağıda örnek olması bakımından düz (Şekil 2.7), V (Şekil 2.8) ve senkronize kasnaklara (Şekil 2.9) ait yapım resimleri verilmiştir.



Şekil 2.7: Düz kasnağın yapım resmi



Şekil 2.8: V kayış kasnağın yapım resmi



Şekil 2.9: Senkronize kasnağın yapım resmi

2.10. Kayışın Tanımı ve Kullanıldığı Yerler

Kayış; bir kasnaktan diğerine dönme hareketinin iletilmesini sağlayan ve çeşitli profillerde üretilen elastik makine elemanlarıdır. Kullanım yönünden kayışlardan beklenen özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Aşınma direncinin yüksek olması
- Sürtünme katsayısının yüksek olması
- Esnek ve kopmaya dayanıklı olması
- Eksiz yani sonsuz olması
- Çalışma şartlarından olumsuz etkilenmemesi
- Yorulma dayanımının yüksek olması
- Düşük maliyet

Kayışın kullanıldığı yerleri ise şu şekilde sıralayabiliriz:

- Takım tezgâhlarında
- Tarım makinelerinde
- Taşıt motorlarının soğutma sistemlerinde
- Dikiş makinelerinde
- CNC tezgâhlarda kullanılır

Kayışlar genellikle elektrik motorundan alınan hareketin dişli kutusuna aktarılmasında kullanılır. Aşırı yük durumunda kaydıklarından sistemi tahribattan korurlar. Hemen hemen tüm makinelerde dönme hareketi ilk olarak kayışlarla aktarılır. Daha sonra isteğe göre bu dönme hareketinin devri dişli çarklarla değiştirilebilir.

Makine teknolojisinde son zamanlarda meydana gelen değişikliklerle kayışların da profillerinde, yapıldıkları malzemelerde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle senkronize kayışların kullanım alanları giderek yaygınlaşmaktadır. Bu kayışlar hassas iletim oranlarının elde edilmesinde rahatlıkla kullanılmaktadır.

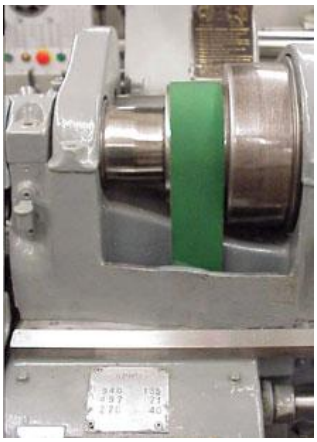
2.11. Kayışın Sınıflandırılması

Kayışları yapıldıkları malzemelere göre ve profillerine göre sınıflandırmak mümkündür. Şekillerine göre kasnakları aşağıda verilmiştir.

2.11.1. Düz (Yassı) Kayışlar

Düz kasnak ve sistemlerinde kullanılan dikdörtgen kesitli kayışlardır. Kösele (deri) veya sentetik kauçukla polyester veya polyamid dokumadan çok katlı olarak imal edilirler.

Sonsuz olarak imal edilmeyenler gerekli boylarda kesilerek kayış uçları dikilmek suretiyle veya özel tel zımbalarla birleştirilir. Sentetik yassı kayış uçları ise uçları tıraşlanarak termo plastik yapıştırıcı folyolarla yapıştırılır. Resim 2.10'da bombeli bir düz kasnağa takılmış düz kayış görülmektedir.



Resim 2.10: Düz kayış

2.11.2. V Kayışlar

V kayışları, trapez biçimli kayışlardır. V kayışları TS 198'de aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

- Klasik (normal) V kayışları
- Dar V kayışları
- Birleşik klasik V kayışları
- Birleşik dar V kayışları
- Taraklı V kayışları
- Sonsuz geniş V kayışları

V kayışları da senkronize kayışlar gibi standartlaştırılmışlardır. Piyasadan standart olarak sipariş edilmeleri mümkündür. V kayışların standart ebatları ve diğer standart özellikleri hakkında yukarıdaki çizelgede verilen standartlara başvurulabilir.

2.11.3. Yuvarlak Kayışlar

Yuvarlak kayışlar, daire biçimindedir. Köseleden yuvarlak kesilerek veya şeritlerin bükülmesiyle elde edilen yuvarlak kayışlar günümüzde sentetik gereçlerden sonsuz veya eklenerek üretilir. Dikiş makinelerinde, elektronik aletlerde, sinema makinelerinde, kasetçalarlarda vb. yerlerde kullanılır.

2.11.4. Senkronize Kayışlar

Senkronize kayışlar, senkronize kasnaklarla kullanılan dişli kayışlardır. Bu kayışlarda hareket iletimi kayışla kasnak arasında meydana gelen sürtünme ile değil kasnak ve kayışın dişlerinin birbirini kavramasıyla sağlanır. Bu yüzden bu kayışlara kaymasız kayışlar da denmektedir. Kaymasız kayışlarda sürtünmenin sağlanması için kayışın gerdirilmesi gerekmediğinden kasnak mil göbeklerine fazlaca bir yük binmez.

2.12. Kayış Gereçleri

Kayış malzemeleri aşağıdaki özellikleri karşılayacak kabiliyette olmalıdır. Bu özellikleri karşılayan kayış malzemeleri kayış çeşitlerine göre aşağıda sıralanmıştır:

- Bükülme özelliği ve yüksek bir çekme dayanımı
- Uygun bir ömür ve yorulma dayanımı
- Düşük maliyet

2.12.1. Kösele Düz Kayışlar

Genellikle sığırların sırt derilerinden elde edilen ve bitkisel, krom-bitkisel veya krom bileşikleri ile tabaklanmış olan kösele kayışlar yüksek bir çekme dayanımına sahiptir. Aynı zamanda aside, neme ve alkalilere karşı dayanıklıdır. Genişlikleri 20 ila 600 mm ve kalınlıkları 3 ila 7 mm arasında değişen bu kayışların kalınlığını artırmak için çift veya ender olarak 3 tabakalı olarak imal edilirler.

2.12.2. Tekstil Düz Kayışlar

Bu tip kayışlar ya organik (pamuk, keten, hayvan kılı, tabii ipek vb.) ya da sentetik (suni ipek, naylon, perlon vb.) malzemeden dokunmuş kayışlardır. İstenilen miktarlarda kolayca üretilebilirler.

2.12.3. Sentetik Düz Kayışlar

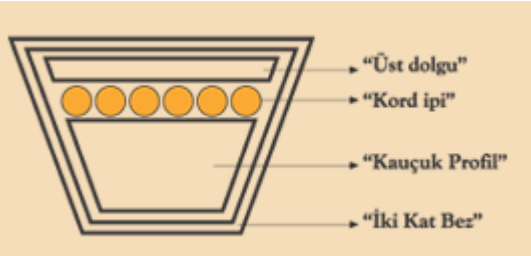
Plastik malzemelerden yapılmışlardır. Dayanımları yüksek olup uzama değerleri de ihmal edilebilecek seviyededir. Sürtünme katsayıları düşük olduğundan güç iletiminde yetersizdirler.

2.12.4. Çok Katlı Düz Kayışlar

Sentetik kayışların yüksek dayanımıyla kösele ve elastomerin yüksek sürtünme direncini birleştiren kayış tipidir. Adından da anlaşılacağı gibi birkaç kat malzemenin üst üste gelmesiyle oluşur.

2.12.5. V Kayışlar

Bu kayışlar çekme dayanımını ve bükülme özelliğini sağlayan iki tür malzemenin beraber kullanılmasıyla yapılmaktadır. Çalışma ortamının olumsuz etkisini azaltmak amacıyla kayış kauçuklu bezden yapılan koruyucu tabaka ile kaplanmaktadır. Yumuşak malzeme olarak kauçuk, dayanımı sağlayan malzeme olarak ise kord ipleri veya kablolar kullanılmaktadır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: V kayış iç yapısı

UYGULAMA FAALİYETİ

Kasnağın yapım resmini çiziniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ İletim oranına göre kasnak çapını hesaplayınız.	➢ Kasnak çapının elde edilmek istenen devir sayısıyla ilişkili olduğunu anımsayınız.
➢ Kasnağın diğer elemanlarını ön görünüşte çiziniz.	➢ Kasnak delik çapını, kama kanalı genişlik ve yüksekliğini, kasnak kol profilini çizmeyi unutmayınız.
➢ Kayış genişliğine göre hesaplanan kasnak genişliğini çiziniz.	➢ Tam kesit veya yarım kesit alarak kasnağın diğer detaylarını ifade edebilirsiniz. ➢ Soliworks veya CATIA gibi bir katı modelleme programı kullanıyorsanız kasnağı ilk önce modelleyiniz. Daha sonra çizim ortamına alıp yapım resmini daha kolay bitirebilirsiniz.
➢ Kasnağın diğer elemanlarını çizerek tamamlayınız.	➢ Kayış kanallarını daha iyi ifade etmek için kısmi kesit alabilirsiniz.
➢ Çizdiğiniz resmi ölçülendiriniz.	➢ Gereksiz ölçülendirmeden kaçınınız.
➢ Yüzey kalite sembolleri ve toleransları resimde gösteriniz.	➢ Delik çapına uyan tolerans değerini veriniz. ➢ Döküm kasnaklarda işlenmeden bırakılacak olan kısımları belirtiniz.
➢ Anteti çizip doldurunuz.	➢ Antette gerekli olan bilgilere yer veriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çizeceğiniz kasnakla ilgili hesaplamaları yaptınız mı?		
2. Kasnağı çizerken kullanacağınız çizim programını seçtiniz mi?		
3. Çizim ortamının ayarlarını (kâğıt boyutları, çizgi tipleri ve kalınlıkları, çizim katmanları, ölçülendirme sitili, çizim yardımcıları vb.) yaptınız mı?		
4. Hesaplanan kasnak çapına ve kalınlığına göre kasnak eksenlerini çizim ortamına yerleştirdiniz mi?		
5. Kasnağın ön ve yan görünüşlerini çizdiniz mi?		
6. Çizimi çizim ortamına orantılı dağıttınız mı?		
7. Uygun çizgi kalınlıkları kullandınız mı?		
8. Gerekliyse yardımcı görünüş kullandınız mı?		
9. Gereksiz çizgileri çizim ortamından kaldırdınız mı?		
10. Çizimlerinizde TSE standartlarından yararlandınız mı?		
11. Görünüşleri çizerken TS 88'de belirtilen çizgi çeşitlerini kullandınız mı?		
12. Ölçülendirme sitili, ölçü yazıları ve oklar standartlara uygun mu?		
13. Çizimin gerekli yerlerine gerekli ölçüleri koydunuz mu?		
14. Ölçü toleranslarını belirttiniz mi?		
15. Yüzey kalite sembollerini çizime eklediniz mi?		
16. Anteti doğru olarak çizdiniz mi?		
17. Anteti doğru olarak doldurdunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kasnağın kısımları hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

A) Gövde-göbek-kayış
B) Gövde-ispit-jant
C) Göbek-gövde-ispit
D) Mil deliği-göbek-ispit

2. Senkronize kayışların en önemli üstünlüğü nedir?

A) Esnek olması
B) Ucuz olması
C) Büyük hızlarda çalışabilmesi
D) Kaymasız çalışması

3. Aşağıdakilerden hangisi kayış kasnak sistemlerinin üstünlüklerinden biridir?

A) Gergi kuvvetlerinden dolayı millere büyük zorlanmalar gelir.
B) Çok hızlı çalışabilirler.
C) Çapraz olarak takılabilirler.
D) Oldukça sessiz çalışırlar.

4. Ayarlanabilir kasnağın üstünlüğü nedir?

A) Kayışa zarar vermemesi
B) İmalatının ucuz olması
C) Sonsuz aralıkta devir sayılarının elde edilebilmesi
D) Gergi tertibatına ihtiyaç duymaması

5. Kılavuz kasnak hangi durumlarda kullanılır?

A) Mil eksenleri birbirine paralel olmayan miller arasında kayışa kılavuzluk edilmesi gereken mekanizmalarda
B) Eksenler arası mesafesi çok uzun olan kayış kasnak sistemlerinde
C) Yavaş çalışan sistemlerde kayışın atmasını engellemek için
D) Titreşimin çok olduğu yerlerde

6. Kademeli kasnaklarda her kademe için aynı kayışın kullanılabilmesinin nedeni nedir?

A) Ayar tertibatının kullanılması
B) Kasnakların sökülüp takılabilmesi
C) Kasnakların karşılıklı çaplarının eşit olması
D) Kullanılan kayışın uzayıp kısalabilmesi

7. Aşağıdakilerden hangisi bir kayış malzemesinden istenen özellik <u>değildir?</u>

A) Esnek olması
B) Sıcaklık etkisiyle uzaması
C) Ucuz olması
D) Dayanıklı olması

8. Aşağıdakilerden hangisi TS 148'e göre V kayış çeşidi değildir?
A) Klasik V kayışları
B) Dar V kayışları
C) Taraklı dar V kayışları
D) Birleşik dar V kayışları

9. Pratikte en çok kullanılan kayış çeşidi hangisidir?
A) Düz kayışlar
B) Yuvarlak kayışlar
C) V kayışlar
D) Senkronize kayışlar

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda bilgileri verilen kasnağın yapım resmini çiziniz. Bunun için;

Kayış kasnak sistemiyle tahrik edilen bir dairesel testere tezgâhında sisteme hareket vermek üzere 1 KW güçte n=2850 dev/dk. ile dönen bir elektrik motoru kullanılmıştır. Motor bu hareketi TS 148/2 SPZ 1P 50×1×20 standart V kasnakla sağlanmaktadır. Testerenin 1600 dev/dk. ile dönmesi istenmektedir. Bu veriler göre testereye bağlanan V kasnağın yapım resmini çiziniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Çizeceği kasnakla ilgili hesaplamaları yaptınız mı?		
2.	Kasnağı çizerken kullanacağınız çizim programını seçtiniz mi?		
3.	Çizim ortamının ayarlarını (kâğıt boyutları, çizgi tipleri ve kalınlıkları, çizim katmanları, ölçülendirme sitili, çizim yardımcıları vb.) yaptınız mı?		
4.	Hesaplanan kasnak çapına ve kalınlığına göre kasnak eksenlerini çizim ortamına yerleştirdiniz mi?		
5.	Kasnağın ön ve yan görünüşlerini çizdiniz mi?		
6.	Çizimi çizim ortamına orantılı dağıttınız mı?		
7.	Uygun çizgi kalınlıkları kullandınız mı?		
8.	Gerekliyse yardımcı görünüş kullandınız mı?		
9.	Gereksiz çizgileri çizim ortamından kaldırdınız mı?		
10.	Çizimlerinizde TS standartlarından yararlandınız mı?		
11.	Görünüşleri çizerken TS 88'de belirtilen çizgi çeşitlerini kullandınız mı?		
12.	Ölçülendirme sitili, ölçü yazıları ve oklar standartlara uygun mu?		

13. Çizimin gerekli yerlerine gerekli ölçüleri koydunuz mu?		
14. Ölçü toleranslarını belirttiniz mi?		
15. Yüzey kalite sembollerini çizime eklediniz mi?		
16. Anteti doğru olarak çizdiniz mi?		
17. Anteti doğru olarak doldurdunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**C**
2	**D**
3	**B**
4	**D**
5	**C**
6	**A**
7	**D**
8	**D**
9	**C**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**C**
2	**D**
3	**D**
4	**C**
5	**A**
6	**C**
7	**B**
8	**C**
9	**C**

KAYNAKÇA

- AKKURT Mustafa, **Makine Elemanları II**, İstanbul, Eren Ofset.
- ÇERİK H. Vefa, **Makine Bilgisi ve Makine Elemanları II**, İstanbul, Şahinkaya Matbaacılık.
- İPEKOĞLU Nusret, **Frezecilik,** Millî Eğitim Basımevi, İstanbul, 1984.
- KONAR Mehmet, Yüksel KARATAŞ, Mustafa EFEOĞLU, **Makine Ressamlığı Atölye ve Teknoloji I**, MEB Yayınları, Serler Basım, İstanbul, 2003.
- ÖZÇİLİNGİR Nail, İ. Zeki ŞEN, **Teknik Resim Temel Bilgiler**, Ege Reklam Basım Sanatları Tesisleri, İstanbul, 2002.
- ŞEN İbrahim Zeki, Nail ÖZÇİLİNGİR, **Makine Resmi**, Ege Reklam Basım Sanatları Tesisleri, İstanbul, 2004.